

**Л. Е. Гринин, А. Л. Гринин**

# **ОТ РУБИЛ ДО НАНОРОБОТОВ**



**МИР НА ПУТИ К ЭПОХЕ  
САМОУПРАВЛЯЕМЫХ  
СИСТЕМ**

**История технологий  
и описание их будущего**

**Л. Е. Гринин, А. Л. Гринин**

**ОТ РУБИЛ ДО НАНОРОБОТОВ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР ОБРАЗОВАНИЯ  
И СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ВОЛГОГРАДСКИЙ ЦЕНТР СОЦИАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Л. Е. Гринин, А. Л. Гринин**

**ОТ РУБИЛ ДО НАНОРОБОТОВ.  
МИР НА ПУТИ К ЭПОХЕ  
САМОУПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ**

**История технологий и описание  
их будущего**

**Москва, 2015**

УДК 338(091)  
ББК 65.013 30г

**Гринин Леонид Ефимович,  
Гринин Антон Леонидович**

**От рубил до нанороботов. Мир на пути к эпохе самоуправляемых систем (история технологий и описание их будущего).** М.: Моск. ред. изд-ва «Учитель», 2015. – 424 с.

Эта книга о том, как зародились и развивались технологии, какими они станут в будущем и что это значит для каждого из нас.

Первопричины изменений в обществе очень часто коренятся в изменении технологий. Поэтому вопросы их развития не могут не волновать. Вот почему исключительно важно выявить те закономерности, которые сопровождают это развитие, и попробовать предугадать хотя бы ближайшие перспективы трансформаций технологий и всего общества.

Настоящее исследование посвящено истории развития техники и технологии, анализу их современного состояния и размышлениям об их будущем (соответственно этому структура монографии разделена на три части). В нем авторы пытались показать читателям основные тенденции и закономерности развития производства, главные формы взаимосвязи последнего и общественных институтов; на базе выявленных тенденций и закономерностей предсказать дальнейшие изменения, а также трансформации, которые они могут вызвать в образе жизни людей и обществе будущего. Сегодня налицо внедрение технологий практически во все стороны жизни и быта частной, семейной и интимной жизни, нашего образа мышления, которые вынуждены так или иначе приспосабливаться к технологическим изменениям. Но впереди нас ждут еще более серьезные трансформации, в результате которых техника и технология, возможно, станут уже составной частью нашего организма и сознания, напрягая все биологические (нервные, физические и интеллектуальные) приспособительные возможности людей.

Мы считаем, что уже в 2030-х годах нас ждет колоссальный технологический прорыв, который прежде всего начнется в медицине и смежных с ней отраслях, а затем охватит и многие другие отрасли. Мир вступит в эпоху самоуправляемых систем. Это таит огромные, небывалые возможности, но и небывалые опасности, с которыми человечество еще не встречалось и которые могут угрожать самой биологической природе людей.

Мы надеемся, что наше исследование будет полезно всем, кто интересуется проблемами развития технологий, их роли в историческом процессе и функционировании общества, кто хотел бы больше узнать о том, в каком направлении в будущем пойдет развитие технологий и общества в целом.

Монография выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект 15-18-30063)

**Рецензент:**

д-р ист. наук А. В. Коротаев

Формат 70х100/16. Тираж 1000 экз. Печ. л. 26,5. Зак. 1785.

Отпечатано способом ролевой струйной печати

в АО «Первая Образцовая типография»

Филиал «Чеховский Печатный Двор»

142300, Московская область, г. Чехов, ул. Полиграфистов, д. 1

Сайт: [www.chpd.ru](http://www.chpd.ru), E-mail: [sales@chpd.ru](mailto:sales@chpd.ru), т.8(499) 270 -73-59.

ISBN 978-5-7057-4769-6

© Издательство «Учитель», 2015

## Оглавление

<b>Введение.</b> Между человеческой и постчеловеческой революциями, или какое будущее нас ожидает? .....	5
--	---

### **Часть 1. ГЛОБАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ: ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ**

<i>Глава 1.</i> Четыре технологические эпохи: теоретические аспекты .....	19
<i>Глава 2.</i> История технологий: охотничье-собирательский принцип производства .....	30
<i>Глава 3.</i> История технологий: аграрно-ремесленный принцип производства .....	53
<i>Глава 4.</i> История технологий: промышленно-торговый принцип производства .....	97

### **Часть 2. КИБЕРНЕТИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА**

<i>Глава 5.</i> Научно-техническая революция превращается в кибернетическую (1950–2010-е гг.). Начало научно-кибернетического принципа производства .....	141
<i>Глава 6.</i> Характеристики кибернетической революции. Проявление ведущих тенденций на разных ее фазах .....	168
<i>Глава 7.</i> Ведущие технологии завершающей фазы кибернетической революции. В какой области она начнется? .....	194



**Часть 3. МАНБРИК-ТЕХНОЛОГИИ В ГРЯДУЩЕЙ ЭПОХЕ САМО-  
УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ (2030–2070-е гг.)**

<i>Глава 8. Медицина и медицинские технологии – прорыв к контролю над человеческим организмом .....</i>	<i>217</i>
<i>Глава 9. Биотехнологии и создание самоуправляемых биологических систем ...</i>	<i>245</i>
<i>Глава 10. Нанотехнологии – путь к овладению микромиром .....</i>	<i>266</i>
<i>Глава 11. Робототехника и другие технологии в эпоху самоуправляемых систем .....</i>	<i>278</i>
 <b>Заключение. Угрозы и риски будущего мира самоуправляемых систем .....</b>	<b>301</b>

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

<b>Приложение 1. Формализация параметров исторического процесса .....</b>	<b>313</b>
<b>Приложение 2. Промышленная и кибернетическая революции в аспекте кондратьевских волн .....</b>	<b>319</b>
<b>Приложение 3. Угрожает ли людям киборгизация? .....</b>	<b>369</b>
 <b>Библиография .....</b>	<b>374</b>

## **Введение.**

### **Между человеческой и постчеловеческой революциями, или какое будущее нас ожидает?**

**Книга о том, как зародились и развивались технологии, какими они станут в будущем и что это значит для каждого из нас**

Человек в современном мире ежесекундно сталкивается с различными технологиями и продуктами научно-технического прогресса, все больше от них зависит, тратит значительное количество времени, чтобы разобраться в изменениях и не отстать от прогресса. Дома, на улице, на работе и даже при удовлетворении естественных потребностей мы используем десятки различных устройств. От уровня личного техницизма зависят благополучие, комфорт и карьера не только «технарей», но и большинства гуманитариев, не только молодых, но и пожилых людей. В целом вся история человечества, особенно последних ее нескольких столетий, – это история побед и триумфа науки, техники, информационных технологий. Причем человек, будучи творцом техники, одновременно все сильнее попадал в зависимость от нее. Сегодня налицо внедрение технологий практически во все аспекты жизни и быта: частный, семейный и интимный, в наш образ мышления. Люди вынуждены так или иначе приспосабливаться к технологическим изменениям. Но впереди нас ждут еще более серьезные трансформации, в результате которых техника и технология, возможно, станут уже составной частью нашего организма и сознания, напрягая все биологические (нервные, физические и интеллектуальные) приспособительные возможности человека. Уже всерьез звучат неординарные вопросы о том, могут ли мобильные телефоны, компьютеры, органайзеры стать частью нашего тела и мозга<sup>1</sup>. Словом, технология явилась одной из самых мощных сил развития.

Первопричины изменений в обществе очень часто коренятся в изменении технологий. Вот почему вопросы их развития не могут не волновать наших современников. Поэтому исключительно важно выявить в истории развития технологии те закономерности, которые ее сопровождают, и попробовать предугадать хотя бы ближайшие перспективы трансформаций технологии и всего общества.

Однако, несмотря на колоссальную и все возрастающую роль науки, техники и технологии в истории человечества и жизни каждого отдельного человека, исследований, в которых последовательно и систематически раскрывался бы процесс развития технологий, объясняющих на научном уровне, как и почему происходят технологические перевороты, каким образом они начинают пере-

---

<sup>1</sup> Подобные вопросы и утверждения представлены во множестве на сайте <http://2045.ru>, и не только там.

страивать общественную систему и весь образ жизни, к сожалению, не так много. И совсем мало книг, которые бы одновременно, опираясь на выявленные тенденции развития, давали систематический прогноз развития технологий.

Настоящее исследование посвящено истории развития техники и технологии, анализу их современного состояния и размышлениям об их будущем (соответственно этому структура монографии разделена на три части). В нем авторы пытались показать читателям основные тенденции и закономерности развития производства, главные формы взаимосвязи последнего и общественных институтов; на базе выявленных тенденций и закономерностей предсказать дальнейшие изменения, а также трансформации (как позитивные, так и негативные), которые они могут вызвать в образе жизни людей и обществе будущего.

Согласно нашей концепции, весь исторический процесс можно разделить на четыре значительных периода на основе смены крупнейших этапов развития мировых производительных сил, названных нами *принципами производства*. *Разворачивание принципа производства – это период зарождения, развития и трансформации новых форм, систем и парадигм организации хозяйствования, во много раз превосходящих по важнейшим параметрам прежние* (по возможностям, масштабам, производительности, продуктивности, номенклатуре продукции и т. п.).

Мы выделяем четыре принципа производства:

- 1) *охотничье-собирательский*;
- 2) *аграрно-ремесленный*;
- 3) *промышленно-торговый*;
- 4) *научно-кибернетический* (он находится еще в начале своего развития).

Крайне важно, что переход к новому принципу производства происходит путем совершения производственных революций – наиболее мощных и масштабных технологических переворотов, имевших самые глубокие и всеобъемлющие последствия для истории человечества.

Это следующие три революции:

1. Аграрная, или сельскохозяйственная. Ее результат – переход к систематическому производству пищи и на этой базе – к сложному общественному разделению труда. Эта революция связана также с использованием новых источников энергии (силы животных) и материалов.

2. Промышленная, или индустриальная, революция, в результате которой основное производство сосредоточилось в промышленности и стало осуществляться при помощи машин и механизмов. Значение этой революции не только в замене ручного труда машинным, а биологической энергии – водной и паровой, но и в том, что она открывает в широком смысле процесс трудосбережения (причем не только в сфере физического труда, но и в учете, контроле, управлении, обмене, кредите, передаче информации).

3. Кибернетическая революция, на начальной фазе которой появились мощные информационные технологии, стали использоваться новые материалы и виды энергии, распространилась автоматизация, а на завершающей ее фазе произойдет переход к широкому использованию самоуправляемых систем (см. далее).

Каждая производственная революция – это довольно длительный процесс, совершающийся в три фазы.

В этой книге, следовательно, мы уделяем внимание главным технологическим революциям в человеческом обществе, как уже прошедшим, так и будущим, тому, какие трансформации в обществе и сознании они вызвали и вызовут в дальнейшем. Таким образом, данная монография – не простой пересказ фактов о тех или иных изобретениях, но описание процесса развития производительных сил с опорой на парадигму, которая позволяет представить многие факты в емких формулах и наглядных процессах и сделать прогнозы будущего развития не интуитивными, а научными.

Общий ход социального развития в широком смысле подтверждает истинность закона перехода количественных изменений в качественные. Иными словами, накопленные за длительный срок изменения в определенный период неожиданно оборачиваются бурными, даже революционными, переворотами. В этом контексте революции можно рассматривать не как противоположность эволюции, а как составную часть эволюционного процесса (то есть эволюционные процессы подготавливают революционные взрывы, а последние вновь переходят в эволюционные изменения). Именно в таком аспекте рассматриваются в данной книге производственные революции, которые в итоге изменили образ жизни, формы производства, пропорции народонаселения, а в целом – облик мира и общества.

Кроме того, они в колоссальной степени ускорили темп развития общества, для которого с некоторых пор все труднее говорить о медленных изменениях. Общий процесс ускорения во многом сглаживает различия между разными типами развития, поскольку сами изменения в конце концов становятся формой жизни. Различия проходят уже не между изменениями и неизменностью, а между более крупными/глубокими и менее крупными/глубокими переменами, между ускорением и без того быстрого движения и некоторым замедлением этого ускорения. В последние сто пятьдесят – двести лет это особенно заметно в развитии производства, технологии и науки, которые все более интегрируются.

В 1950–1960-х гг. мир (прежде всего развитые страны) вступил в эпоху крупнейшей технологической революции, которая имеет разные названия. В конце XX в. достижения этой революции, особенно в области информационных технологий, широко распространились в большинстве стран мира. Эту революцию мы назвали *кибернетической*, поскольку кибернетика – наука об информации и ее трансформациях в процессе управления различными сложными системами. А происходящая революция не только совершила переворот в области обработки информации, но и наметила прорыв в области управления сложными процессами в широком спектре различных естественных и искусственных систем, ставших частью производственного процесса (и в будущем совершит такой прорыв в полном масштабе, создав принципиально новую среду – мир самоуправляемых систем).

Кибернетическая революция стала третьей крупнейшей производственной революцией в истории человечества после аграрной и промышленной, но она еще не завершена. И в монографии мы рассматриваем революционные изменения, которые ждут мир в ближайшие шесть-семь десятилетий и которые произойдут в рамках уже начавшейся кибернетической революции. Грядущая фаза кибернетической революции изменит качество нашей жизни за счет расширения возможностей воздействия на человеческий организм. Возникнут технологии,

которые позволят различным системам функционировать в нужном для людей режиме без их непосредственного вмешательства (то есть эти системы станут автономными и самоуправляемыми). Способность сохранять заданные параметры в самоподдерживающем (автономном, самоуправляемом) режиме коснется не только управления производством и информацией, что во многом уже достигнуто благодаря десятилетиям кибернетической революции, но и контроля над протеканием ряда техно-социальных, природных и особенно биологических процессов (включая и человеческий организм).

Был период, когда возникновение человека разумного также связывали с новыми технологиями (считая, что труд сделал из обезьяны человека, а труд состоял прежде всего в «производстве» каменных орудий труда). Теперь ясно, что это результат очень сложного комплекса причин, которые изменили генетику человека, хотя и материальные факторы (образ жизни и природная окружающая среда) внесли колоссальный вклад в этот процесс. Переход к человеку разумному был назван *человеческой революцией*, по влиянию на социум его можно считать *протопроизводственной революцией*, поскольку с этого момента начинается довольно быстрое развитие собственно техники (причем техники в разных сферах, включая и первобытную живопись).

Сегодня мы на пороге постчеловеческой революции. Возможно, она не будет столь радикальной, как представляют себе трансгуманисты, другие адепты практического бессмертия и желающие расстаться с биологическим телом (считающие, например, «создание сверх- и постлюдей спасением человечества от вырождения и вымирания, обретением новой силы»<sup>2</sup>). Но в любом случае речь идет о значительном продлении жизни, замене все большего числа органов и элементов биологического организма небιологическими материалами, внедрении электронных и иных (нано- и т. п.) элементов в организм для реабилитации или улучшения функционала человека, систематическом влиянии на геном. Словом, довольно радикальные изменения в принципе не за горами.

### **Между технологическим оптимизмом и разумной осторожностью**

Таким образом, наше исследование, образно говоря, находится между человеческой (или верхнепалеолитической) революцией и новой «постчеловеческой» революцией, последствия которой еще во многом не ясны, но понятно, что в ее результате начнется эпоха активного воздействия на человеческий организм.

Поэтому наше исследование не могло быть однолинейным. Прежде всего эта книга посвящена тому, чтобы показать на основе исследования всего предшествующего пути технологий направление логики технологического прогресса, а также то, как может выглядеть это будущее, которое уже стучится в нашу дверь. Основное внимание в главах о современных и будущих изменениях мы уделяем именно анализу того, какие черты проявятся в технологиях, что мы можем от этого ждать. Но мы не хотели бы, чтобы описываемое нами читатель воспринимал со знаком плюс и думал, что авторы оценивают все оптимистично.

Футурологов можно разделить на безудержных оптимистов, алармистов и осторожных оптимистов, призывающих, не отказываясь от прогресса, заранее

<sup>2</sup> Выражение Максима Калашникова (<http://2045.ru/expert/28.html>).

подумать о его негативных последствиях. Мы принадлежим к третьей категории и считаем, что будущего не нужно бояться. Однако и не стоит рассчитывать, что оно по определению обязательно будет лучше настоящего, причем во всем. Здесь всегда существует большой риск.

Каждая медаль имеет две стороны, и неверно забывать об оборотной, негативной. Человечество достигло сегодня возможности обеспечить большинству людей долгую жизнь. Это ли не прекрасно?! Но вместе с тем сегодня мы переживаем процесс старения общества. Не приведет ли это к конфликту поколений? И не возникнет ли завтра общество геронтократии в прямом смысле этого слова? Что это может означать для будущего общества? Станем ли мы мудрее, имея более длинный век, или просто более эгоистичными, гедонистичными и не приспособленными жить нигде, кроме как в искусственной сфере, где господствуют «умные» вещи и технологии, которые начинают даже думать и желать за нас, а также решать, что для нас лучше? А если медицина сделает жизнь еще более долгой, то не будут ли долгожители похожи на бессмертных, по Свифту, помнящих лишь о своем прошлом и не способных ничего сделать в настоящем?

Рост продолжительности жизни скорее всего приведет к тому, что в мире будет меньше детей. Не станут ли люди от этого еще более эгоистичными, тем более если детей будут «производить», а не вынашивать, рожать и воспитывать? Сегодня наметились перспективы создания искусственных тканей и органов, что обещает невиданный прорыв в медицине. Это огромная победа и облегчение страданий миллионов больных и инвалидов. Но легко предположить, что, обретая такие возможности, масса людей перестанет беречь свое здоровье, пустится во все тяжкие, полагая, что новая медицина их всегда «починит». Тем более если реклама станет их постоянно убеждать в таких замечательных вариантах обновления тела. Коррекционная медицина уже показывает все преимущества и недостатки появления различных возможностей сделать себя другим, когда «меняют глазки» просто потому, что форма старых надоела, когда лица меняют, как платья. Очевидно, что появление новых «чудесных» возможностей вмешательства в человеческий организм может сделать такие изменения просто модным веянием, которым станут пользоваться бездумно. Мы можем легко представить злоупотребления будущими возможностями медицины, наблюдая за развитием современного тренда, который назван *медикализацией*. Последняя – это стремление объявить все особенности организма болезнями и лечить их с помощью лекарств или медицинских средств, создавая бесконечные возможности для фармакологического и медицинского бизнеса, а также снимая с человека всякую ответственность за собственные слабости и недостатки. Раз это болезнь, генетика, что уж тут поделаешь...

Развитие нейроинтерфейсов может позволить инвалидам и парализованным выполнять многие движения и улучшить качество своей жизни. Это замечательно. Но сразу же у апологетов безудержного технического прогресса возникает идея, что с помощью нейроинтерфейсов можно создать новую систему коммуникации («мозг – компьютер – сеть») и подключать наш мозг прямо к сети. А не получится ли так, что завтра наши мысли будут «под колпаком» «Большого Брата»? И если влиять непосредственно на участки мозга, вызывая соответствующие эмоции и желания, то какой простор откроется для политиков и бизнесменов... А другие апологеты считают, что с помощью нейроинтерфейсов можно



ускорить работу мозга в миллион раз<sup>3</sup>. Уже сегодня 20–25 % людей не справляются с современным темпом изменений и страдают различными психическими отклонениями или неврозами, а депрессия скоро выйдет на второе место по распространенности среди болезней после сердечно-сосудистых заболеваний (см., например: Кекелидзе 2013). По данным крупнейшего специалиста в области мозга Д. Свааба (2014: 542), 27 % европейцев страдают одним или несколькими заболеваниями мозга. Не получится ли в итоге, что нейроинтерфейсы в прямом смысле слова смогут свести человечество с ума?

В итоге достижения, призванные стать средством решения проблем, одновременно создают их в расширяющемся масштабе, вызывая все большую зависимость.

Таким образом, проблем, возникающих в результате изменения привычного образа жизни, в будущем появится немало. Естественно, авторы не имеют возможности каждый раз говорить о вероятных сложностях, негативных последствиях внедрения тех или иных технологий, но мы всегда подразумеваем, что развитие несет в себе множество противоположных результатов, и среди них возможны совершенно непредсказуемые. Вот почему мы попытались сказать об этих аспектах во введении и заключении.

Прогресс сложно остановить, да и бессмысленно пытаться это сделать. Однако всегда остается вопрос, что считать прогрессом в каждый данный момент и какова плата за него. В любом случае, лучше не слишком торопиться с изменениями, последствия которых туманны. Вступая на неизведанную почву, лучше проявить осторожность, чем нести сломя голову. Наука, инновации и изменения ставят слишком быстро и чересчур много новых правовых, нравственных, экономических проблем, вызывающих острые споры, конфликты, торговые войны и фобии. Общественное сознание определенно запаздывает. Неконтролируемый технологический прогресс может быть уподоблен птице Гарун, которая быстро несет человечество, но требует, чтобы ее кормили человеческим мясом. Готовы ли мы к этому? И вопрос о том, чем мы готовы пожертвовать ради прогресса, – один из самых важных.

Можно спросить: зачем нужно обсуждать опасности сегодня, ведь до них еще далеко? Будущее может явить весьма неожиданный и даже страшный лик. И об этом надо предупреждать и думать заранее. В любом случае нужно говорить об этом еще и потому, что опасностей очень много, а с ростом ускорения изменений количество их возрастает в геометрической прогрессии, подобно тому как резко возрастает опасность аварии при росте скорости.

Развитие обычно идет от эйфории от внедрения новых инструментов или знаний до – много позже – осознания серьезных проблем, которые они несут, и наконец, до принятия мер по ограничению их применения, чтобы сократить обнаружившиеся негативные последствия. Однако гораздо лучше изменить последовательность и еще до внедрения найти правомерные и правильные формы ограничения<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Характерно, что утверждает это врач Д. А. Шаменков (<http://2045.ru/expert/20.html>).

<sup>4</sup> На наш взгляд, неплохим примером предотвращения будущих проблем является решение о запрете исследований в области клонирования людей. Так, согласно декрету Совета Европы о клонировании человека, «использование людей как орудий путем намеренного создания генетически идентичных людей противоречит человеческому достоинству и потому является злоупотреблением медициной и биологией» (Совет Европы 1997, цит. по:

## В ожидании радикальных перемен в эволюции и человеческой природе

Предположение о том, что мы уже подошли или вот-вот подойдем к какому-то очень серьезному изменению, что человеческую цивилизацию ждут в ближайшие десятилетия значительные переломы, выдвигается многими исследователями. Некоторые говорят о достижении точки сингулярности как какого-то небывалого рубежа в развитии (хотя сингулярность – это математическое, не социальное и не эволюционистское понятие), за которой начинается новая радикальная фаза развития природы и человечества в целом (см., например: Назаретян 2004; 2014; Панов 2005; 2006; Sazhienko 2014; особенно выделяются работы Р. Курцвейля, например: Kurzweil 2005; но мы об этом еще скажем в свое время; см. также: Цирель 2014). И это ощущение значительных перемен неслучайно. Мы также верим, что в 2030–2040-е гг. мир вступит в эпоху серьезных и в чем-то даже крутых перемен, о неизбежности которых мы начали писать более двадцати лет назад (см.: Гринин 1995–1996, кн. 3). Однако в отличие от других мы считаем, что это будет закономерным результатом предыдущего развития общества и особенно его технологий. Так что в движущих силах грядущих перемен нет ничего таинственного и «сингулярного». Но есть много тревожного... Надо отдавать себе отчет, что эти переломы в развитии человечества не только открывают новые возможности, но и таят в себе серьезные опасности, которые необходимо предусмотреть.

Конец XX – начало XXI в. все активнее связывается с идеей о переходе человечества к новой биологической форме. Что это значит, к каким последствиям приведет? Можно ли изменить этот курс или здесь реализуются какие-то сверхсложные эволюционные тенденции? Ответить на эти вопросы крайне сложно, тем более что они уже изначально оказываются идеологизированными, кое-где превращаясь в нечто похожее на религию, главным постулатом которой становится будущее бессмертие каждого человека<sup>5</sup>.

Словом, сегодня речь идет о все возрастающих возможностях изменения природы человека. В связи с этим, естественно, возникает вопрос: что такое природа человека и до каких границ ее можно менять? Мы считаем, что в книге Ф. Фукуямы этот вопрос проанализирован с такой полнотой, что нет нужды заниматься им в нашем исследовании. По его мнению, *природа человека есть сумма поведения и свойств, типичных для человека как вида и возникающих из*

---

Фукуяма 2004). Мы также считаем важной идею о предотвращении злоупотреблений в сфере медицины и биологии (равно как и других технологий), она могла бы стать некоей основой для выработки императивов будущего.

<sup>5</sup> Вот, например, цитата из эссе А. Ариянова с характерным названием «Стать расой бессмертных – главная эволюционно-историческая задача человечества в III тысячелетии» (Ариянов б. г.): «Мы поглощены собственными маленькими жизнями и сиюминутными проблемами так сильно, как будто они и есть главный смысл нашего существования. Никому из нас не приходит в голову думать о себе в масштабах тысячелетий, строить планы на следующие 200 миллионов лет. Мы слишком увлечены сиюминутным, мы не верим в будущее, в перспективу, потому что наша жизнь – коротка и временна. Если мы стремимся стать как боги, описанные в любой древней культуре – в индийской, скандинавской, египетской или греко-римской, – нам нужно учиться думать как они, привыкать сначала на уровне ума быть бессмертными, привыкать оперировать сотнями тысяч временных циклов». Правда, в разрезе 200 млн лет абсолютно неважно, какая страна первой придет к созданию сверхчеловека в середине этого века: Россия, США или Китай (мы не берем сейчас во внимание, насколько это вообще реально). А между тем в Манифесте движения «Россия 2045» приоритет России представляется главной целью. Анализ истоков и идей «Движения 2045» см. также в иностранной прессе: Бессмертие... 2012; И приведи... 2016.

*генетических предпосылок, а не факторов окружающей среды* (Фукуяма 2004). Однако его постулат, что права человека можно вывести из его биологической природы, не в последнюю очередь использован для того, чтобы доказать преимущества демократических политических режимов перед другими. Мы считаем такой подход достаточно спорным, поскольку, конечно, неотъемлемые права человека – это достижения общества; чем оно культурнее, тем важнее для него мир и порядок, который без объявления их в качестве крайне важных и огромных усилий для их поддержания не построить. Однако мы согласны с ним в том, что к изменению природы человека надо подходить постепенно, с большой осторожностью и консерватизмом, создавая для контроля над этим процессом дееспособные институты.

Подчеркнем также, что с момента, когда Фукуяма писал свою работу, прошло пятнадцать лет. И сегодня вопрос стал существенно острее. Могут быть разные философские подходы в отношении природы человека как социального вида. Но сегодня перед нами встает вопрос о биологической природе людей уже не в философском, а в конкретном медико-биологическом плане. В связи с появлением искусственных органов и тканей вопрос стоит уже в отношении материальной биологической природы, то есть в самом прямом смысле: из какого материала – будет сделан человек будущего – из биологических естественных или хотя бы биологических искусственных материалов, либо это будет уже вовсе небιологическое создание? Как он будет размножаться? Как будут функционировать его мозг и сознание? Любое такое изменение очень глубоко затронет фундаментальные институты человечества, включая мораль и межличностные отношения. В самом деле, что станет с моралью и какова она будет, если речь идет о смене биологической природы? Мораль и человеческие отношения – это не что-то, существующее отдельно от технологий, тем более от человеческой физиологии и – шире – биологической основы. Это результат очень сложной социобиологической эволюции, и без своей материальной биопсихической оболочки мораль может исчезнуть.

### **От человека к киборгу?**

Уже в конце прошлого века стало ясно, что возможности влиять на генотип человека в будущем способны породить множество сложных и драматических социальных, политических и этико-правовых проблем. Отметим, что ответом на эти грядущие (и уже подступающие) опасности стала биоэтика. Конечно, это не был очень серьезный ответ общества, но все-таки ощутимый. Ф. Фукуяма приводит целый перечень подобных опасностей, довольно обстоятельно останавливаясь на каждой. Среди них, в частности, увеличение возможностей управлять поведением человека (причем он подчеркивает, что такая возможность существовала уже с конца прошлого века за счет нейромедиаторов); возникновение генетических каст, классов или сословий, поскольку изменение генетических качеств может сильно зависеть от состоятельности родителей, либо, напротив (в случае обязательной коррекции), возникнет генетически более эгалитарное общество<sup>6</sup>. Действительно, довольно опасной представляется попытка «улуч-

---

<sup>6</sup> С тех пор эти опасения не уменьшились, напротив, ряды противников генетических модификаций пополнились, их аргументы стали более убедительными. В то же время, похоже, начались и практические действия

шения» нравственной природы человека с помощью генетических модификаций. Уменьшение разнообразия в этом плане может существенно ослабить общество, его способность реагировать на изменение ситуации.

Однако в последнее время возникли новые и даже в какой-то степени более серьезные опасности, о которых пока мало говорят. Рассмотрим некоторые из них.

Научно-технический прогресс, как уже было сказано, в целом имеет тенденцию к ускорению. А вместе с ним ускоряется и исторический процесс, за которым ни индивидуальное, ни общественное сознание не может угнаться. В результате возникают жесткие коллизии и фрустрации, а также вполне обоснованная тревога о нашем будущем. Причем уже не об общественном, а о нашем физиологическом, биологическом будущем. Растет число «желающих» от него отказаться, поместив собственный мозг и сознание в абиотическое (железное, пластиковое или из иного материала) бессмертное тело. Так превратятся ли люди в результате стремительно развивающихся направлений бионанотехнологии и когнитивных наук в киборга? Это далеко не праздный и вовсе не невинный вопрос, особенно учитывая, что множатся пророки «аватаризации»<sup>7</sup>, которые смело (и бездумно) призывают отказаться от бренного биологического тела.

Сколько вообще в этом правды? Действительно, с одной стороны, уже много десятилетий медицина движется в данном направлении, создавая искусственные зубы, соединительные ткани, органы, заменяя органы чувств приборами, создавая системы, искусственно поддерживающие жизнеобеспечение (сердца, легких, почек и т. п.), не говоря уже о создании искусственных препаратов (лекарств), вызывающих реакции сродни тем, что происходят в результате деятельности эндокринных желез, импульсов мозга или работы внутренних органов. Сегодня активно стали развиваться биопринтеры, выращивающие те или иные органы, и нейроинтерфейсы, которые позволяют «силой мысли» через биотоки и микроэлектронику управлять некоторыми приспособлениями, девайсами и приборами. В будущем, несомненно, возможности создания органов, тканей и фракций из искусственных небιологических материалов возрастут очень значительно. Все это продвигает человеческий организм по пути превращения в какой-то своей части в киборга. Кроме того, имеется своего рода встречное движение технологий в плане сближения людей и искусственных систем, в частности в создании человекоподобных роботов. И поскольку эти роботы будут использоваться отнюдь не только как работники, а могут находиться в очень тесном или даже интимном контакте с людьми (например, использоваться для сексуальных услуг, быть компаньонами и т. п.), то исчезнут границы между человеком и искусственными антропоморфными системами<sup>8</sup>. Кроме того, современные эффекты

---

по модификации эмбрионов человека. Во всяком случае, в апреле 2015 г. появились сообщения, что Китай объявил о проведении работ по модификации человеческого эмбриона (Филд 2015).

<sup>7</sup> Аватар (или аватара) – термин в философии индуизма, обозначающий земные воплощения бога (особенно Вишну). Соответственно некоторыми сторонниками скорого бессмертия человека этот термин используется для обозначения перевоплощения человеческого духа (мозга, сознания) в новое (небиологическое) тело.

<sup>8</sup> Отметим, что производство подобных «сексуальных» роботов (в основном «женского пола», но это пока) уже началось. Появились и утверждения, что такого рода контакты между людьми и роботами к середине века станут повсеместными. И вовсе не случайно началась кампания по их запрету (см.: Занятие... 2015). Правда, пока требования исходят со стороны феминисток, которые обеспокоены таким принижением роли женщин, но мы с ними согласны. Лучше такие вещи запретить или поставить под контроль заранее, поскольку, если дать шанс бизнесменам, появятся секс-роботы для любой сексуальной ориентации.

информационных технологий уже создают такую виртуальную среду, в которой становится все труднее отличать реальность от иллюзии.

Но, с другой стороны, всякие упрощенные представления о человеческом организме и тем более мозге и сознании крайне опасны (равно как, повторим, опасны и всякого рода попытки использовать мозг на уровне электронного устройства). Десятки миллионов лет биологической эволюции сделали все элементы биологических организмов и их функции настолько оптимальными, взаимосвязанными, чувствительными к изменениям в любом месте тела, что каждое вмешательство в физиологию, и тем более в функции мозга, должно быть многократно продумано и защищено от возможного вреда. Любому человеку, хоть немного разбирающемуся в биологии, ясно, что человеческий мозг не может работать без тела, потому что основная его функция – принимать сигналы от организма и передавать их ему. Таким образом, любые представления о том, что сознание можно каким-то образом «пересадить», являются грубой и невежественной фантазией. Следовательно, процесс киборгизации никогда не может зайти слишком далеко, он всегда будет «подсобным» для биологической составляющей организма, способным существенно улучшить качество жизни и продлить ее (о киборгизации см. также *Приложение 3*).

В настоящее время появилась вероятность, что с помощью стволовых клеток или иных биотехнологий можно будет создавать искусственные, но биологические ткани и органы. Нам кажется, что путь такого «ремонта» нашего тела будет более перспективным. Сегодня, например, известны случаи, когда одному человеку в течение его жизни пересаживали сердце шесть раз (и один раз почку). Это миллиардер Дэвид Рокфеллер, который последнюю операцию по пересадке сердца перенес в возрасте 99 лет. Но сегодня такое может себе позволить только миллиардер (и даже ему, конечно, очень повезло). Однако в будущем таким образом можно «чинить» с помощью искусственно выращенных органов уже большое количество людей. Но подобное биологическое вмешательство в организм, несомненно, имеет как собственно физиологические, так и социальные ограничения. Также очень серьезные проблемы может создать вмешательство в генетику человека, особенно с целью создания людей, обладающих сверхчеловеческими возможностями, например для спортивных рекордов. Сегодня, как известно, спортивные организации борются с использованием достижений медицины и фармацевтики для получения спортсменами преимуществ. Не хотелось бы, чтобы к этому добавился еще и генетический контроль над спортсменами, но такая возможность существует.

Таким образом, хотелось бы надеяться, что удастся заранее поставить преграды на пути к бездумному вмешательству в человеческий организм, неважно, из каких побуждений оно исходит: стремления к научной славе, получения прибыли или реализации идеологии сверхчеловека. Приветствуя научно-технический прогресс, мы считаем, что нельзя торопиться отказываться от биологического наследия, которое создавалось десятки миллионов лет.

## **Структура книги**

В **первой части** монографии дается изложение основных изменений в развитии технологий. Она охватывает практически весь период социальной эволюции – от

появления *Homo sapiens* до середины XX столетия. Мы не всегда останавливались подробно на каждом значительном изобретении или отдельных инновациях. Главное для нас – показать процесс изменений в целом, объяснить, как и почему сменялись технологические эпохи. В то же время мы хотели вскрыть взаимосвязь между революциями в производительных силах общества и изменениями в других его сферах, оказавших колоссальное влияние на всю дальнейшую историю (таких как появление государства или других важных институтов). Также было важно показать основную канву перемен в общественных отношениях под влиянием изменений в технологиях, приводящих к смене всех институтов общества. Соответственно некоторые разделы мы посвятили общественным отношениям главных технологических эпох человечества.

Во **второй части** мы показываем предпосылки кибернетической революции, даем ее теоретическое обоснование. Достаточно подробно мы описываем ее развертывание на начальных фазах, огромные изменения, которые она уже принесла начиная с 1950-х гг. в сфере информационных технологий, автоматизации, создания искусственных материалов, «зеленой революции» в сельском хозяйстве и др.

Однако кибернетическая революция еще далеко не закончилась. **Третья часть** нашего исследования посвящена прогнозам, связанным с модернизационной и завершающей фазами кибернетической революции в ближайшие 30–60 лет, а по некоторым аспектам прогнозы даются до конца XXI столетия. Мы исследуем развитие тех направлений, с которыми, по нашему мнению, будет связан грядущий технологический прорыв: медицины, био-, нано- и когнитивных технологий, робототехники, 3D-технологий. Вместе эти направления позволят открыть эпоху самоуправляемых систем, несущих людям как невиданные возможности, так и новые, невиданные ранее проблемы. Стоит отметить, что развитие технологии в сторону самоуправляемых систем хорошо коррелирует с общим движением эволюции в сторону все большей самоуправляемости систем, особенно живых и социальных. И это придает избранной нами теме дополнительную актуальность.

В книге имеются также **Приложения**. В первом приложении представлены табличная и графическая интерпретации технологического аспекта исторического процесса (анализируемых нами принципов производства и производственных революций). Второе приложение посвящено взаимосвязи развития промышленного и научно-кибернетического принципов производства с так называемыми длинными циклами (имеются в виду кондратьевские циклы или волны). Длительность этих циклов – 40–60 лет, и, согласно ряду исследователей, с которыми мы солидарны, каждая такая волна ведет к формированию нового технологического уклада (см., например: Глазьев 1993; 2009; Маевский 1997; Modelski, Thompson 1996; Modelski 2001; 2006; Яковец 2001; Freeman, Louçã 2001; Ayres 2006; Kleinknecht, van der Panne 2006; Dator 2006; Hirooka 2006; Papenhausen 2008; Nefiodow 1996; Nefiodow L., Nefiodow S. 2014a; 2014b; см. также: Перес 2011). Теория длинных циклов и связанная с ними теория технологических укладов – одни из немногих, которые дают реальный инструмент научного прогнозирования. Мы пришли к выводу, что кондратьевские циклы хорошо коррелируют



лируют во временном аспекте с этапами принципов производства. *Приложение 2* посвящено именно такому двойному анализу развития технологий в аспекте теории производственных революций и длинных циклов. В результате, как убедится читатель, нам удалось получить новые знания о развитии технологий и сделать ряд прогнозов об особенностях ближайшего развития<sup>9</sup>.

Наконец, поскольку вопрос о движении в сторону киборгизации не был полностью исчерпан в настоящем *Введении*, мы отвели ему еще специальное *Приложение 3*.

Мы надеемся, что наше исследование будет интересно всем, кто интересуется проблемами развития технологий, их роли в историческом процессе и функционировании общества, кто хотел бы больше узнать о том, в каком направлении в будущем пойдет развитие технологий и общества в целом. Что же касается ряда проблем возможного негативного влияния технологий на общество и его членов, которым уделено мало внимания в этой книге, мы планируем больше сказать о них в наших дальнейших исследованиях.

---

<sup>9</sup> В частности, о приближающемся шестом технологическом укладе, который благодаря тому, что сольется с завершающей фазой кибернетической революции, будет иметь существенно более широкий спектр, чем предполагают многие, и будет в первую очередь связан с новыми направлениями медицины.

**Часть 1.**  
**ГЛОБАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ**  
**ТРАНСФОРМАЦИИ:**  
**ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ**



## **Глава 1. Четыре технологические эпохи: теоретические аспекты**

В течение многих тысячелетий люди совершенствовали свои орудия труда и способы хозяйствования, технологии и методы хранения продукции, формы обмена и транспортировки. Многие технологии оказывались весьма консервативными. Сегодня мы едва ли не каждый день слышим о переменах в технике и технологии. Но в основной период человеческой истории дело обстояло иначе. В течение столетий, а порой и тысячелетий подобные изменения могли быть незаметными (Анучин 1923; Лурье и др. 1939; Семенов 1968; Черноусов и др. 2005; Белькинд и др. 1956; см. также: Боас 1926; Косвен 1953; Кремкова 1936; Осипов 1959; Виргинский, Хотеев 1993; Шейпак 2009). Однако наступало время, и данные изменения становились мощными, многообразными, а иногда и просто революционными. В истории технологий, особенно за последние 200 лет, было немало крупных переворотов и модернизаций производства. Но самых крупных, наиболее грандиозных революций можно выделить всего три. Они соответственно разделяют четыре крупных технологических эпохи (или принципа производства) в истории человечества. О них и пойдет речь далее.

### **1.1. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РЕВОЛЮЦИИ**

**Производственные революции как крупнейшие технологические перевороты исторического процесса.** Итак, из всех многообразных технологических и производственных изменений, имевших место в истории, наиболее глубокие и всеобъемлющие последствия для общества имели три революции:

1. **Аграрная революция** была *грандиозным переходом от присваивающего хозяйства (охоты, собирательства, рыболовства), то есть использования готовых продуктов природы, к сельскому хозяйству*. Ее результат – переход к систематическому производству пищи и на этой базе – к сложному общественному разделению труда. Данная революция связана также с использованием новых источников энергии (силы животных) и материалов.

2. **Промышленная революция** – *это колоссальный переход от аграрно-ремесленного принципа производства к новой системе, в результате которой основное производство сосредоточилось в промышленности и стало осуществляться при помощи машин и механизмов*. Значение этой революции не только в замене ручного труда машинным, но и в замене биологической энергии водной и паровой. Это означало регулярное внедрение научных и технических достижений в производственный процесс и неустанное стремление к инновациям. Промышленная революция открыла в широком смысле процесс трудосбережения (как в физическом труде, так и в учете, контроле, управлении, обмене, кредите, передаче информации).

3. **Кибернетическая революция** – *великий переход от индустриального принципа производства к производству и сфере услуг, основанных на широком*

использовании самоуправляемых систем. Первая фаза этой революции началась в 1950–1960-е гг., в результате появились мощные информационные техника и технология, стали активно использоваться новые материалы и виды энергии, распространилась автоматизация. В 2030–2060-е гг. состоится завершающая фаза этой революции, в результате которой резко возрастет возможность управлять полезными для людей системами, причем не только техническими, но и биологическими, экологическими и даже некоторыми социальными, превратив их в самоуправляемые, работающие в автономном режиме. Одним из важнейших объектов воздействия кибернетической революции станет человеческий организм, и благодаря мощным прорывам в медицине появится возможность радикального увеличения продолжительности человеческой жизни, расширения возможностей для модификаций биологической природы человека.

Вместе эти три революции нередко обозначают как **производственные** (см. также Рис. 1.1). Каждая производственная революция – результат долгого накопления количественных и качественных изменений, которые в конце концов приводят к крупнейшему эволюционному прорыву, ведут к нарастающему усложнению общественного разделения труда и интеграции человечества.



**Рис. 1.1.** Производственные революции в истории

**Исследования производственных революций.** Эти технологические переломы в истории общества уже давно привлекают внимание ученых. Индустриальная революция стала объектом активного исследования в XIX – начале XX в. как марксистской, так и немарксистской школ (см., например: Энгельс 1955[1845]; Маркс 1960[1867]; Плеханов 1956[1895]; Лабриола 1960[1896]; Toynbee 1927[1884]; 1956[1884]; Манту 1937[1906]). Первые идеи об аграрной (неолитической) революции были высказаны в работах Г. Чайлда в 1930-е гг., а теория этой революции была развита им в 1940-е и 1950-е гг. (Childe 1948; 1952; Чайлд 1949; 1956). С 40-х гг. XX в. интерес к анализу влияния производства на историческое развитие и исторический процесс в целом увеличился, при этом в отношении будущего технического общества одновременно развивались как оптимистические, так и пессимистические идеи. Он еще более вырос в результате осознания того, что мир вступил в кибернетическую революцию (которая в 1950–1980-е гг. обозначалась самыми разными терминами, в частности в советско-российской традиции вслед за Дж. Берналом (1956) – научно-технической революцией). Неудивительно,

что в 1960–1980-е гг. интерес к производственным революциям вырос, в частности в работах так называемых постиндустриалистов, особенно Д. Белла, Э. Тоффлера (Bell 1973 [рус. пер. 1999]; 1978; 1990; Toffler 1980 [рус. пер. 2004], Toffler A., Toffler H. 1995; Тоффлер 1999; 2003), Т. Стоуньера (1986; Stonier 1983); А. Турена (1986; Touraine 1983; 1974); Г. Кана (1986; Kahn 1983) и в меньшей степени других (Drucker 1995; 1996; Дракер 1999; Thurow 1996; Туроу 1999 и пр.; см. также: Дайзард 1986; Мартин 1986; Кастеллс 2002), а также философов техники (Ellul 1964; 1975; 1982; 1984; Эллюль 1986; Мамфорд 2001 и др.; см. также: Иноземцев 1999).

О каждой из трех производственных революций написано очень много (см., например: Reed 1977b; Harris, Hillman 1989; Cohen 1977; Rindos 1984; Bellwood 2004; Шнирельман 1989a; 2012a; 2012б; Smith 1976; Miller 1992; Ingold 1980; Cauvin 2000; Knowles 1937; Dietz 1927; Henderson 1961; Phyllis 1965; Cipolla 1976b; North 1981; Stearns 1993; 1998; Lieberman 1972; Mokyr 1985; 1990; 1993; 1999; 2010; Mokyr, Foth 2010; Сабо 1979; Аллен 2013; 2014; Кларк 2013; Pomeranz 2000; Huang 2002; Голдстоун 2014; More 2000; Bernal 1965; Philipson 1962; Benson, Lloyd 1983; Sylvester, Klotz 1983). Но до сих пор еще совершенно недостаточно исследований, в которых эти революции рассматривались бы как повторяющиеся явления, каждое из которых знаменует важнейший рубеж в истории человечества.

Далее представлена наша теория производственной революции, которая также является центральной частью общей теории исторического процесса и социальной эволюции. Теория производственных революций и включающая ее в себя более обширная теория принципов производства разрабатывается одним из авторов настоящей монографии более тридцати лет. (В системном и оформленном виде впервые была опубликована в: Гринин 1995–1996, кн. 3. Наиболее обстоятельно она изложена в: Гринин 1997–2001; 2003a; 2009a; 2012б; 2013б; Гринин, Коротаев 2009a; Grinin 2007; Grinin L. E., Grinin A. L. 2013<sup>1</sup>.) В этой теории представленна внутренняя логика, структура и последовательности, характерные для каждой из этих глобальных революций. Повторяемость важнейших модельных характеристик производственных революций позволяет увидеть главные закономерности в социальной эволюции и создать методику, на основе которой можно прогнозировать более обоснованно. Эту методику и результаты прогнозирования мы представим во второй и третьей частях монографии.

**Производственные революции как составная часть принципов производства.** Производственные революции – *важнейшие технологические перевороты в истории общества*. Однако переворот важен не только сам по себе, но и потому, что далее он способен привести к установлению *принципиально* новой системы производства. Эти новые системы технологии и производства, которые составляют главные периоды развития мировых производительных сил, были

<sup>1</sup> В этих же работах см. об истории исследования производственных революций. На указанные работы мы в дальнейшем не везде ссылаемся, но отсылаем к ним читателя, если он захочет более детально ознакомиться с теорией принципов производства и соответствующей литературой.



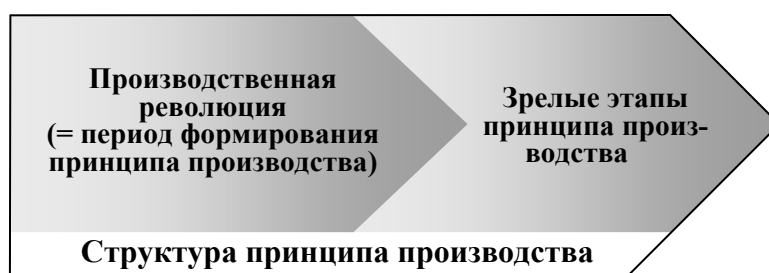
названы нами *принципами производства* (см., например: Гринин 2003а). Согласно идее о трех производственных революциях нами выделено **четыре принципа производства**:

- 1) **охотничье-собирательский**;
- 2) **аграрно-ремесленный**;
- 3) **промышленно-торговый**<sup>2</sup>;
- 4) **научно-кибернетический**.

Соответственно охотничье-собирательский принцип производства возник в результате процесса антропогенеза (то есть формирования *Homo sapiens sapiens*), а каждый последующий устанавливался в результате соответствующей производственной революции. При этом важно заметить, что концепция принципов производства и производственных революций, которые маркируют переход от существующего принципа производства к последующему, стала основой для весьма продуктивной периодизации исторического процесса (см. ниже Табл. 1.4 и *Приложение 1*; см. подробнее: Гринин 2003а; 2006а; 2006б; 2007в; 2009а; Гринин, Коротяев 2009а).

Рассмотрим соотношение производственных революций и принципов производства. Производственная революция – крупнейший переворот в производстве, который означает возникновение и развитие нового принципа производства; вместе с ним постепенно изменяются и социально-экономические отношения. Хронологически производственная революция выступает как первая (и по длительности большая) часть принципа производства (см. Рис. 1.2; Табл. 1.4). А структурно *производственная революция – это период, когда новый принцип производства еще формируется*. Далее можно говорить о доведении заложенных в нем потенций до максимальной степени развития как в структурном и системном, так и в пространственном смысле. Следовательно, вторая половина принципа производства приходится на его зрелые этапы.

Таким образом, во время производственной революции происходят наиболее важные качественные изменения, которые обуславливают переход от одного принципа производства к другому, а затем уже новый принцип производства достигает зрелости.



**Рис. 1.2.** Взаимосвязь принципа производства и производственной революции

Названия производственных революций и принципов производства, естественно, родственны. Однако названия первых состоят из одного слова, показываю-

<sup>2</sup> Далее часто называемый просто промышленным.

щего главные изменения. Названия принципов производства состоят из сложного детерминатива, что подчеркивает тезис: в любой производственной системе, тем более зрелой, существует более одного сектора производства.

**Понятие и полная дефиниция производственной революции.** *Производственную революцию мы определяем как коренной переворот в мировых производительных силах, связанный с переходом к новому принципу хозяйствования в технологиях, разделении труда, обмене, во взаимоотношениях общества и природы и т. д. Производственная революция: а) вовлекает в хозяйственный оборот принципиально новые возобновляемые или длительно неисчерпаемые ресурсы, причем эти ресурсы должны быть достаточно распространены на большинстве территорий мира или крупного региона; б) значительно повышает производительность труда и/или выход продукции; в) увеличивает во много раз объемы производства; г) в отличие от различных технических переворотов затрагивает не только отдельные важные отрасли, но и все хозяйство в целом; д) активно распространяется на новые территории и общества.*

*В результате производственной революции происходит изменение модели демографического воспроизводства, возникает мощнейший импульс для качественной реорганизации всей общественной структуры и общественных отношений.*

**Всемирный характер производственных революций и некоторые их характеристики.** Производственная революция начинается локально, то есть в одном/нескольких местах определенного региона. А поскольку она знаменует переворот в мировых производительных силах, то представляет собой *длительный по времени процесс, постепенно затрагивающий все большее количество обществ и территорий*. В результате: а) общества, в которых она совершилась, становятся значительно более эффективными в технологическом, экономическом, демографическом, культурном и – часто – военном плане; б) отход от новой производственной системы (к старой) является исключением, а присоединение к ней – правилом.

Каждая из производственных революций уникальна и имеет свои неповторимые черты. Но в то же время в их развитии есть и сходства, которые позволяют создать модель производственной революции как глобального и повторяющегося явления.

Каждая производственная революция:

- *по причинам возникновения*: результат длительного накопления количественных и качественных изменений, которые в конце концов переходят в новый процесс трансформаций;

- *по последствиям*: крупный качественный рывок, ведущий к нарастающему усложнению общественного разделения труда и интеграции человечества, а в целом – к коренному изменению во всех областях жизни;

- *по структуре*: проходит ряд последовательных этапов (подробнее об этом см. ниже);

- *по длительности*: происходит не одновременно и быстро, а представляет собой длительный процесс<sup>3</sup>;

---

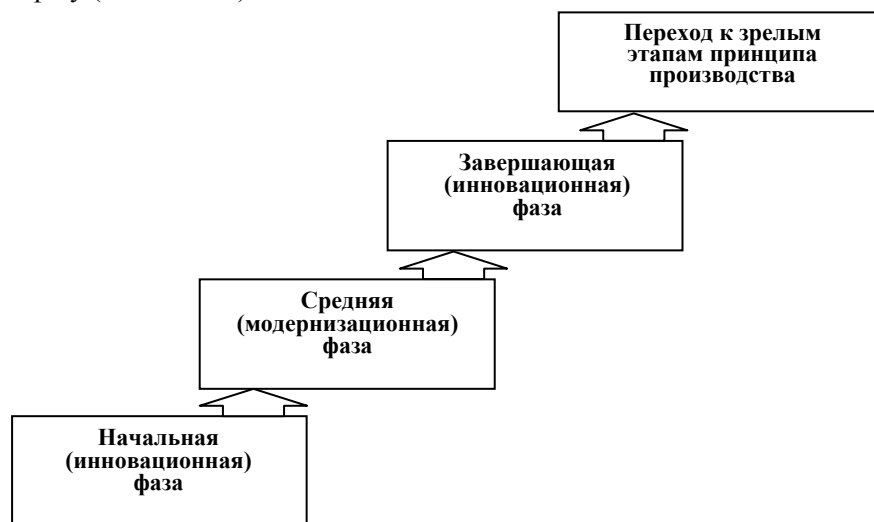
<sup>3</sup> Но в связи с ускорением исторического развития эта длительность от революции к революции сокращается на порядок. Данное сокращение компенсируется уплотнением количества изменений и ростом численности населения в мире.

– *по пространственным характеристикам*: это процесс, начинающийся в одних местах и распространяющийся на все большее количество обществ и территорий, пока не захватит их все.

**Производственные революции как составная часть принципов производства** (о понятии принципов производства рассказывает следующий параграф). Как уже было сказано, в процессе производственной революции формируются новые секторы производства, и только после ее завершения принцип производства приобретает свои специфические черты. При этом важно понимать, что во время производственной революции (иными словами, на начальных этапах принципа производства) происходят наиболее значимые по степени инновационности изменения. Но самые глубокие качественные изменения не могут быть одновременно и самыми широкими, так как подобного рода прорывы, образно говоря, совершаются в относительно узких местах. Только когда новые технологии докажут свое превосходство, начинается массовый переход к ним. Вот почему наиболее масштабные изменения (то есть самые массовые, а потому и самые широкие, заметные, затрагивающие всех и все) имеют место уже после производственной революции, на зрелых этапах принципа производства. И эти масштабные изменения в производстве в свою очередь ведут к радикальной перестройке социальной структуры общества, его идеологии и культуры.

## 1.2. СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕВОЛЮЦИЙ И ПРИНЦИПОВ ПРОИЗВОДСТВА

**Структура производственных революций.** В нашей теории производственной революции принципиально новой является идея о том, что *каждая производственная революция имеет однотипный внутренний цикл*. Она включает в себя три фазы: две *инновационные* (начальную и завершающую) и одну – среднюю – *модернизационную* фазу (см. Рис. 1.3).



**Рис. 1.3.** Структура производственных революций (фазы и их типы)

**Шаг первый.** На начальной (*инновационной*) фазе формируются авангардные технологии, распространяющиеся затем на другие общества и территории. Возникает первичная система нового принципа производства, которая длительное время сосуществует со старыми технологиями. Уже в ходе начальной фазы производственной революции возникает ряд моделей нового типа хозяйствования.

**Шаг второй.** Далее начинается фаза *модернизации*. В этой фазе возникают новые очаги «молодого» принципа производства, между ними происходит обмен достижениями в самой разной форме. В этот период производится масса улучшающих инноваций, в результате новый принцип производства достигает большей эффективности, производительности и системности. Важнейшим также становится процесс приспособления производственных достижений, возникших в одном месте, к иным условиям (примером может быть создание местных сортов растений и пород животных на базе заимствованных с других территорий в процессе аграрной революции)<sup>4</sup>. Возникают новые модели хозяйствования, в результате чего создаются условия для завершающего инновационного рывка. Также в этот период происходит мощная трансформация старых отношений, устраняются те из них, которые больше всего мешают развитию нового принципа производства.

**Шаг третий.** Переход к завершающей фазе производственной революции происходит нескоро. Это случается там, где удалось аккумулировать достижения разных моделей принципа производства, сформировался его наиболее перспективный вариант, где созданы благоприятные общественно-политические условия. В результате завершающей *инновационной* фазы производственной революции новый принцип производства достигает расцвета. По мере того как разворачивается завершающая фаза производственной революции, открывается, так сказать, «смысл» принципа производства, а также его огромные возможности, решительно расширяются его географические рамки за счет новых обществ.

Таким образом, цикл каждой производственной революции выглядит следующим образом (см. Рис. 1.3): *начальная инновационная фаза* (появление нового революционизирующего производства сектора) – *модернизационная фаза* (распространение, синтез и улучшение новых технологий) – *завершающая инновационная фаза* (доведение потенций новых технологий до развитых характеристик). Каждая фаза производственной революции – очень значительный рывок в производстве (это хорошо видно из Табл. 1.1–1.3).

**Схема фаз каждой из производственных революций** представлена в Табл. 1.1–1.3. Обратим внимание, что названия фазам даны весьма условные.

---

<sup>4</sup> Процесс, который по функциональности можно сравнить с процессом адаптивной радиации в рамках биологической макроэволюции после появления нового таксона.

**Табл. 1.1.** Фазы аграрной революции

Порядок фазы	Тип	Название	Даты	Изменения
Начальная	Инновационная	Ручного земледелия	12–9 тыс. л. н.	Переход к примитивному ручному (мотыжному) земледелию и скотоводству
Средняя	Модернизационная	Распространения с/х	9–5,5 тыс. л. н.	Появление новых одомашненных растений и животных, создание комплексного сельского хозяйства, появление полного набора сельскохозяйственных инструментов
Завершающая	Инновационная	Поливного и плужного земледелия	5,5–3,5 тыс. л. н.	Переход к ирригационному или плужному неполивному земледелию

**Табл. 1.2.** Фазы промышленной революции

Порядок фазы	Тип	Название	Даты	Изменения
Начальная	Инновационная	Мануфактурная	XV–XVI вв.	Развитие мореплавания, техники и механизации на основе водяного двигателя, развитие мануфактуры на основе разделения труда и механизации
Средняя	Модернизационная	Первичной промышленности	XVII – начало XVIII в.	Формирование комплексного промышленного сектора и капиталистического хозяйства, рост механизации и масштабов разделения труда
Завершающая	Инновационная	Машинная	1730–1830-е гг.	Создание секторов с машинным циклом производства и применением паровой энергии

**Табл. 1.3.** Фазы кибернетической революции

Порядок фазы	Тип	Название	Даты	Изменения
1	2	3	4	5
Начальная	Инновационная	Научно-информационная	1950-е–начало 1990-х гг.	Наука становится частью производства; автоматизация, искусственные материалы, космические технологии, электроника, ЭВМ
Средняя	Модернизационная	Цифровой электроники	1990–2020-е гг.	Мощное распространение, повышение качества и удобства электронных средств информации, связи и управления

Окончание Табл. 1.3

1	2	3	4	5
Завершающая	Инновационная	(Само)-управляемых систем	2030–2070-е гг.	Прорыв в области влияния на человеческий организм, увеличение длительности и качества жизни, рост управляемости и самоуправления биологических, биотехнических, техносциальных и иных систем

### Объяснительные преимущества концепции

Принятие такой структуры производственных революций устраняет ряд серьезных трудностей, связанных с интерпретацией и периодизацией исторического процесса; они были обусловлены неверным представлением, что производственная революция не столь длительна, сложна и, по сути, имеет только одну фазу (см. подробнее: Гринин 2006<sub>2</sub>). Это давало основания утверждать, что на самом деле производственные революции и качественная трансформация обществ не связаны между собой. Например, Э. Геллнер считал, что для некоторых теорий особенно пагубным является слишком большой перерыв между началом организованного производства продуктов питания, с одной стороны, и временем появлением государства – с другой (см.: Геллнер 1991: 240; Gellner 1984: 115). Дело, однако, в том, что сам Геллнер, как и многие другие (следуя традиции Г. Чайлда), аграрную революцию ассоциировал лишь с переходом к примитивному земледелию и скотоводству, то есть только с ее начальной инновационной фазой. Эта фаза никоим образом не могла привести к формированию государства (благодаря ей в обществе произошли другие очень значительные перемены, связанные с ростом численности населения, формированием нового типа коллективов, неравенства и социальной стратификации [см. подробнее *Главу 3*; см. также: Гринин 2009<sub>а</sub>; 2011<sub>а</sub>; Grinin 2012; Grinin, Korotayev 2009; 2011]). Появление государства правомерно связывать только с завершающей фазой аграрной революции, а не с переходом к примитивному земледелию. В этом случае причинно-следственная зависимость становится вполне очевидной: в результате *завершения* аграрной революции возникает почти стабильный и значительный по объему добавочный продукт и новые ресурсы, благодаря которым общество может сформировать привилегированный слой воинов или управленцев, а также новую структуру власти (царскую или – реже – выборную), способную концентрировать эти ресурсы и создать центр силы в обществе (см. подробнее: Гринин 2011<sub>а</sub>).

В другом случае некоторые исследователи указывали на кажущееся отсутствие взаимосвязи между промышленной революцией и началом перехода к буржуазным отношениям в Европе XVI в. По их мнению, в данном случае отношения как бы обогнали производство, поскольку промышленный переворот произошел только в XVIII в. (см., например: Алаев 1989: 35). Если к этому добавить идеи М. Вебера о зарождении именно в этот период «духа капитализма», то есть рационализации в стремлении к прибыли на основе протестантизма (Вебер 1990), то на первый (однако ошибочный) взгляд как будто представляется возможным говорить о том, что появление капиталистического образа мысли предшествует самому капитализму. Здесь, как мы видим, произошла примити-



визация представления о промышленной революции. Только на этот раз промышленную революцию «лишили» не завершающей, а, напротив, ее начальной фазы, проходившей в конце XV–XVI в. А если учитывать эту начальную фазу, то станет вполне очевидно, что формированию новых буржуазных отношений (и «духу капитализма») в Европе предшествуют глубокие изменения начала промышленной революции в XV–XVI вв. (см. *Главу 4*).

Использование выработанной нами трехфазной структуры производственной революции дает хороший инструмент для прогнозирования дальнейшего развития, в частности, кибернетической революции. Последняя, согласно нашей теории, должна в ближайшие десятилетия вступить в свою завершающую фазу.

### 1.3. СТРУКТУРА ПРИНЦИПА ПРОИЗВОДСТВА

Итак, производственная революция – длительный процесс, который является неотъемлемой частью принципа производства, его первой по времени, функциональности и смыслу частью, в течение которой происходит возникновение и развитие нового принципа производства, а также изменяются социально-экономические отношения. Однако такого двухтактного крупномасштабного деления принципа производства явно недостаточно для решения многих задач. Ведь если производственная революция состоит из трех фаз, то каждая из них соответствует трем первым этапам принципа производства. Зрелые этапы принципа производства также можно разделить на три этапа, если представить их в качестве перехода от зрелости к высокой зрелости и затем к формированию признаков, означающих появление несистемных (качественно более высоких) явлений. **Таким образом, принцип производства может быть представлен как особый цикл развития, состоящий из шести этапов:**

1. *Этап начала производственной революции.* Формируется новый, еще неразвитый и неполный принцип производства.
2. *Этап первичной модернизации/распространения и укрепления принципа производства.*
3. *Этап завершения производственной революции.* Обретение принципом производства развитых характеристик.
4. *Этап зрелости и экспансии принципа производства.* Широкое географическое и отраслевое распространение новых технологий, доведение принципа производства до зрелых форм, виток трансформаций в социально-экономической сфере.
5. *Этап абсолютного доминирования принципа производства.* Окончательная победа принципа производства в мире, интенсификация технологий, доведение потенций до предела, за которым возникают кризисные явления.
6. *Этап несистемных явлений, или подготовительный* (к переходу к новому принципу производства). Интенсификация ведет к появлению несистемных элементов, которые готовят рождение нового принципа производства (когда – при благоприятных обстоятельствах – эти элементы смогут сложиться в систему, в отдельных обществах начнется переход к новому принципу производства, и цикл повторится). Хронология этапов каждого из четырех принципов производства представлена в Табл. 4.

Для понимания особенностей цикличности принципов производства следует учитывать два момента:

1. Каждый последующий цикл принципа производства из-за ускорения исторического развития по времени короче предыдущего (см. Табл. 1.4).

2. В рамках каждого цикла принципа производства (и производственной революции) развитие в определенном аспекте идет однотипно, а именно: каждый этап в определенном цикле выполняет функционально сходную роль, кроме того, пропорции длительности как этапов, так и их комбинаций в каждом принципе производства остаются примерно одинаковыми (см. Табл. 1.4, см. в *Приложении 1* Табл. П1.5 и др.).

**Табл. 1.4.** Хронология этапов принципа производства

№ п/п	Принцип производства	1 этап	2 этап	3 этап	4 этап	5 этап	6 этап	Итого весь принцип производства
1	Охот- ничье- собира- тельный	40000– 30000 (38000– 28000 до н. э.)	30000– 22000 (28000– 20000 до н. э.)	22000– 17000 (20000– 15000 до н. э.)	17000– 14 000 (15000– 12000 до н. э.)	14000– 11500 (12 000– 9500 до н. э.)	11500– 10000 (9500– 8000 до н. э.)	40000– 10000 (38000– 8000 до н. э.)
		<b>10</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2,5</b>	<b>1,5</b>	<b>30</b>
2	Аграрно- ремес- ленный	10000– 7300 (8000– 5300 до н. э.)	7300– 5000 (5300– 3000 до н. э.)	5000– 3500 (3000– 1500 до н. э.)	3500– 2200 (1500– 200 до н. э.)	2200– 1200 (200 до н. э. – 800 н. э.)	800– 1430 н. э.	10000–570 (8000 до н. э.– 1430 н. э.)
		<b>2,7</b>	<b>2,3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>1,0</b>	<b>0,6</b>	<b>9,4</b>
3	Промыш- ленный	1430– 1600	1600– 1730	1730– 1830	1830– 1890	1890– 1929	1929– 1955	1430–1955
		<b>0,17</b>	<b>0,13</b>	<b>0,1</b>	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>	<b>0,025</b>	<b>0,525</b>
4	Научно- киберне- тический	1955– 1995/2000	1995– 2030/40	2030/40– 2055/70	2055/70– 2070/90	2070/90– 2080/105	2080/2105– 2090/2115	1955– 2090/ 2115
		<b>0,04– 0,045</b>	<b>0,035– 0,04</b>	<b>0,025– 0,03</b>	<b>0,015– 0,02</b>	<b>0,01– 0,015</b>	<b>0,01</b>	<b>0,135–0,160</b>

*Примечание.* Цифра перед скобкой – абсолютная шкала (лет назад от современности), цифра в скобках – до н. э. (более подробную хронологию см.: Гринин 2006а; 2009а; Гринин, Коротаев 2009а). Полу жирным шрифтом обозначена длительность этапов (в тыс. лет). Длительность этапов научно-кибернетического принципа производства предположительная.

Факт существования устойчивых математических пропорций между длительностью фаз производственных революций (равно как и этапов принципов производства) очень важен, поскольку позволяет сделать некоторые осторожные прогнозы относительно будущего (в частности, в отношении длительности этапов научно-кибернетического принципа производства). Соответствующие расчеты и пояснения даны в *Приложении 1*.

В дальнейших главах первой части мы последовательно рассмотрим охотничье-собираческий, аграрно-ремесленный и промышленно-торговый принципы производства.

## **Глава 2. История технологий: охотничье-собирательский принцип производства**

### **2.1. ОХОТНИЧЬЕ-СОБИРАТЕЛЬСКИЙ ПРИНЦИП ПРОИЗВОДСТВА И ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ИНСТИТУТОВ ОБЩЕСТВА**

Каменные орудия труда древнейших и древних людей в нижнем и среднем палеолите. Сравнение каменной техники разных периодов. Период от возникновения древнейших людей (*Homo habilis*, человек умелый) – около 2,3–2 млн лет назад, до примерно 200 тыс. лет назад – в археологии называется нижним палеолитом (олдувайская и ашельская культуры). Орудия труда и технологии в этот период были крайне консервативны, тем не менее в это время насчитывают десятки инструментов из камня и кости, вероятно, были и деревянные орудия труда<sup>1</sup>. Это время древнейших людей (людей умелых – хабилисов, людей прямоходящих – эректусов, гелдейбергских людей, питекантропов, синантропов и др.). Период от 200 тыс. лет до 40 тыс. лет назад археологи часто выделяют как средний палеолит, или культуру мустье. Это время древних людей-неандертальцев и одновременного сосуществования их с *Homo sapiens sapiens*, которые длительное время жили в Африке, а затем в районе 80–60 тыс. лет назад мигрировали оттуда на Ближний Восток (Atkinson *et al.* 2009; Mellars 2006) и позже, 40–45 тыс. лет назад, в Европу. В этот период заметно улучшилась техника изготовления орудий труда, в частности появляются составные орудия, растет число вариантов одних и тех же основных орудий и т. п. (см., например: Tattersall 2008: 150–158; 2012: 166–173). Но, пожалуй, не менее (или даже более) заметен прогресс в духовной жизни древних людей (связанный с формированием языка). Период от 40 тыс. лет до 13–14 тыс. лет назад называют верхним палеолитом. В нем существенно выросло разнообразие орудий труда и техники. Техника стала более сложной, а сами каменные рубила – более изящными и эстетичными. Вместо отбойников стали применять технику отжима, то есть использовали предположительно костяные отжимники, которые можно было поставить в нужную точку и бить по ним сверху. Для работы использовали призматические кремневые нуклеусы, от которых можно было откалывать фактически готовые орудия. В результате получались тонкие длинные пластинки, длина которых в два раза превышала ширину. Нуклеусы зажимали между ногами или между двумя деревяшками. Это позволяло мастеру работать обеими руками.

---

<sup>1</sup> Олдувайская технология основана на производстве острых отщепов случайной формы, которые использовались в качестве орудий, тогда как остающиеся «ядра» (нуклеусы), как правило, представляли собой производственные отходы. Около 1,7 млн лет назад в Африке появились первые орудия нового, ашельского типа, изготовление которых требовало куда большего мастерства. Главное отличие ашельских орудий состоит в том, что им целенаправленно придавали определенную форму. Основным изделием стал нуклеус, причем его заостряли по периметру, так что получалось обоюдоострое ручное рубило, или бифас (Марков 2011a).

Человек разумный в этот период еще некоторое время сосуществовал с неандертальцами, но затем вытеснил их и, вероятно, физически уничтожил. Однако произошла и некоторая метисация между сапиенсами и неандертальцами, в результате чего примерно 2 % генов современные люди унаследовали от неандертальцев.

В нижнем палеолите (до 200 тыс. лет назад) главенствовали три основные техники изготовления орудий: чопперов, то есть оббитых кусков камня, чаще – гальки; бифасов (обработанных с двух сторон ручных рубил), отщепов (культура тейяк, то есть изготовление пластинок, откалывавшихся от основного куска камня). Первая техника основывается на работе с грубо оббитой с одного конца для того, чтобы получился острый край, окатанной галькой или куском скалы. Производство чопперов, или галечных орудий, было широко распространено в Азии и Африке, но почти не получило развития в Европе. Технику, связанную с изготовлением бифасов, или ручных рубил, орудий широкого применения, многие ученые считают следующей стадией развития чопперов. Бифасы изготавливались с помощью ретуширования или обтесывания с двух сторон куска кремня. Нужно было стесать камень так, чтобы одна из граней стала острой (иногда грани сходились в одной точке). Традиция изготовления бифасов была распространена по всей Европе, Юго-Восточной Азии и Африке. Техника культуры тейяк, получившая на Ближнем Востоке название табунской, характеризуется отсутствием или редкостью заостренных каменных орудий. Распространение получили необработанные куски кремня. Чаще всего орудия этой культуры обнаруживают в Европе или на Ближнем Востоке. Самые ранние находки, относящиеся к этой культуре, были обнаружены в Западной Европе.

Техника среднего палеолита (от 200 тыс. до 40 тыс. лет назад), следующего за периодом нижнего палеолита, продолжала совершенствоваться. Культуры эпохи среднего палеолита обнаруживают в большинстве регионов, где до этого главенствовали производство бифасов и индустрия тейяк, но можно различить несколько местных культур, отделенных друг от друга морем или высокими горными хребтами. Орудия стали делать из кремня более высокого качества, что позволяло лучше их огранять. Они стали более легкими, аккуратными и разнообразными. На краях практически всех орудий можно обнаружить аккуратную и тонкую ретушь. Ее применяли, очевидно, для того, чтобы, во-первых, сделать края инструмента крепче и эффективнее, а во-вторых, придать ему более правильную форму. Эта вторичная обработка орудий позволила носителям среднепалеолитических культур изготавливать более качественные инструменты (см.: Анати 2008: гл. 4–6).

**Табл. 2.1. Развитие орудий труда в нижнем палеолите**

Этап		Время и место появления (млн лет назад)	Характерные признаки	Культуры
1		2	3	4
Нижний палеолит	Олдувай	2,6; Восточная Африка	Оббитая галька; примитивные отщепы случайной формы	Галечная
	Ашель	1,7; Восточная Африка	Орудиям начинают целенаправленно придавать форму; обоюдоострые ручные рубила (бифасы)	Ашельская

Окончание Табл. 2.1.

1	2	3	4
Средний палеолит	0,2; Европа, Африка, Западная и Центральная Азия	Разнообразные орудия из предварительно подготовленных отщепов, леваллуазское расщепление	Южноафриканские культуры стилбей и ховьесонс пурт; мустьерская культура европейских неандертальцев
Верхний палеолит	0,04; Европа, Западная и Центральная Азия	Костяные орудия (в том числе иглы), украшения, живопись, скульптура, музыкальные инструменты	Шатльперронская культура поздних неандертальцев; ориньякская культура первых европейских сапиенсов

Источник: Марков 2011а, т. 1.

**«Человеческая революция» и формирование социальности.** Сегодня время появления человека разумного датируется периодом 200–100 тыс. лет назад (см. о некоторых точках зрения, например: Деревянко 2011; Казанков 2012; Марков 2011а; 2011б; 2012; Гринин 2009а; см. также: Stringer 1990; Bar-Yosef, Vandermeersch 1993; Pääbo 1995; Gibbons 1997; Holden 1998; Culotta 1999; Kaufman 1999; White *et al.* 2003; Ламберт 1991; Жданко 1999; Клима 2003: 206; Ingold 2002; Вишняцкий 2004; 2005; Мейер 2006; Анати 2008; Зосим 2008). Однако время появления первых бесспорных признаков подлинно человеческой культуры и общества, когда ведущими движущими факторами развития людей становятся уже социальные, а не биологические силы и процесс антропогенеза в главных своих чертах уже закончился, наступило значительно позже – примерно 50–40 тыс. лет назад<sup>2</sup>.

Вот почему мы полагаем, что после указанной выше даты – 50–40 тыс. лет назад – социальный компонент движущих сил эволюции стал преобладающим (подробнее см.: Гринин, Коротаев, Марков 2012). Неодновременность, многообразие развития культуры также проявляют себя очень наглядно именно начиная с верхнего палеолита (см., например: Бродянский 2003: 25; Гринин 2000). Ино-

<sup>2</sup> Дело в том, что только с периода 50–40 тыс. лет назад можно уверенно говорить о человеке современного культурного типа, в частности о появлении языка, а также «действительно человеческой» культуры (Bar-Yosef, Vandermeersch 1993: 94). Конечно, высказывается много предположений о том, что речь появилась значительно ранее периода 40–50 тыс. лет назад, но они все еще остаются на уровне гипотез и оспариваются другими учеными, тогда как «все согласны, что 40 тыс. лет назад речь существовала везде» (Holden 1998: 1455). Таким образом, антропогенез активно продолжался до указанного периода. Мы согласны с точкой зрения ряда ученых, предлагающих рассматривать период антропогенеза как предысторию, которую невозможно включить в собственно исторический процесс в прямом смысле этого слова (Рогинский 1977; см. также: Борисковский 1980: 171–173; Румянцев 1987: 19). Тем не менее новые свидетельства могут изменить эту точку зрения, так как какие-то следы символического мышления и протоискусства существовали в Африке задолго до верхнего палеолита (см., например: Henshilwood *et al.* 2011). Время от времени появляются заявления о новых сенсационных открытиях. Например, в ноябре 2006 г. Шейла Коулсон из Университета Осло объявила об открытии артефакта возрастом в 70 000 лет, указывающего на культ поклонения огромному змею. Этот артефакт – свидетельство самого древнего из известных человеческих религиозных ритуалов. Традиционно принято считать, что человеческий разум смог развиваться до уровня групповых ритуалов всего 40 000 лет назад. Однако в горной пещере пустыни Калахари в Ботсване археологи нашли сделанное из камня изображение питона размером в человеческий рост (Стайгер 2009).

гда этот рубеж перехода к собственно человеческому обществу называют палеолитической или верхнепалеолитической революцией, поскольку археологически она совпадает с переходом к верхнему или позднему палеолиту в Европе и большему разнообразию археологических культур по всему миру. Это переход к новым технологиям обработки камня, появлению более стабильных поселений и другим показателям, характерным для революционных изменений. Используя название книги П. Мелларса и К. Стрингера, такое резкое изменение можно было бы назвать «человеческой революцией» (“The Human revolution” [см.: Mellars, Stringer 1989]).

Таким образом, в нашем понимании, весь период охотничье-собирательского принципа производства в его восходящей части составляет примерно 40–30 тыс. лет назад: от появления уже «социального» *Homo sapiens sapiens* (40–50 тыс. лет назад) до начала перехода к сельскому хозяйству (примерно 12–9 тыс. лет назад). После этого общества присваивающего хозяйства существовали и развивались еще многие тысячи лет, но они уже были вне ведущей линии социальной эволюции (см., например: Першиц, Хазанов 1978).

Долгое время ученые не сомневались в том, что первобытные люди были озабочены выживанием в природе, подавлены борьбой за существование<sup>3</sup>. Отсюда господство мнения (и сегодня не полностью преодоленного), что древние люди, будучи не в состоянии прокормиться, разбивались на сравнительно мелкие группы (5–20 человек), постоянно кочевали, не жили подолгу на одном месте, подобно некоторым известным первобытным народам. Это неверная, точнее, в значительной мере неверная мысль. Почему? С одной стороны, утверждению, что такая «бродячая» стратегия существовала у абсолютного большинства социумов верхнего палеолита, противоречат многие археологические факты. На некоторых стоянках археологи находят остатки костей тысяч убитых животных. Значит, люди здесь жили подолгу и большими общинами<sup>4</sup>. Это объяснялось не только тем, что добычи было много, но и тем, что для охоты часто требовались коллективные усилия (а также для защиты от хищников, постоянного поддержания огня и т. д.). Таким образом, постепенно вырабатывались формы воспроизводства и сохранения подобных коллективов, включая весь арсенал известных примитивных, но достаточно эффективных социальных регуляторов.

Оседлость части палеолитических охотников-собирателей, разумеется, надо понимать как весьма относительную, поскольку они обычно имели какое-то число сезонных перекочевок, так что в течение года могли переходить несколько раз из лагеря в лагерь. Частичная оседлость охотников в чем-то могла напоминать ситуацию при некоторых видах отгонного скотоводства, когда люди часть года жили в относительно постоянном поселении (но речь не идет о круглогодичной оседлости). Поэтому о социумах палеолита можно говорить лишь как о более оседлых, чем многие мезолитические охотничьи социумы, переко-

<sup>3</sup> «Однако какими бы приблизительными ни были подсчеты, они показывают, что экономика людей палеолита обеспечивала им лишь выживание», – утверждал, например, Г. В. Чайлд (2012[1942]: гл. 2).

<sup>4</sup> Например, как подсчитали археологи, в Пржедмосте в Словакии обнаружены кости около 1000 мамонтов, а на Украине в Амвросиевке – не менее 1000 бизонов, в Солютре – около 10 000 лошадей (Бадак и др. 1996: 76). Естественно, такие коллективы примитивных людей можно рассматривать лишь как относительно оседлые, так как сезонные или иные перекочевки, скорее всего, имели место. Важно, что люди могли жить достаточно большими коллективами – в десятки, а в некоторых случаях и сотни человек – в течение относительно долгого периода.

чевки которых в целом были более частыми, жилища – менее постоянными, а группы – меньшими по размерам (см., например: Soffer 1985; де Лаат 2003; о палеолитических жилищах см. подробнее: Деревянко и др. 1994: 217–221). Но и среди земледельцев, кстати говоря, также было много социумов, с той или иной регулярностью менявших место жительства (при перелоге, подсечном земледелии и т. п.). Так, В. О. Ключевский говорил о русском крестьянине еще начала XVI в., что он был по натуре кочевником.

С другой стороны, если вдуматься, могли ли общественное сознание (включая религиозные представления), социальные нормы и многое другое (даже более или менее развитый язык) появиться, если бы люди не жили какое-то достаточно длительное время относительно стабильно (пусть с сезонными перекочевками и экспедициями отдельных партий), а постоянно кочевали бы малыми группами? Сомнительно.

Выработка этого социального и являлась главным на первых этапах присваивающей первобытности. А некоторый излишек пищи создавал условия для роста культуры и социальности. Свидетельство тому – великолепные очень древние пещерные рисунки. Успешная загонная охота могла периодически давать изобилие в стойбищах (это не исключает, конечно, и временных голодовок). А вместе с изобилием (и оседлостью) наступают праздность, веселье, возможность кормить носителей знаний, верований, умений и развлечений, а также старых или больных, рожать больше детей. Как мы увидим ниже, переход к более подвижному образу жизни и делению на мелкие группы произошел в результате исчезновения крупной дичи и перехода к охоте на среднюю и мелкую дичь, что случилось уже в мезолите.

Длительные периоды достаточно обильной охоты заложили прочные основы эгалитарности (равноправия), без чего, впрочем, первобытные коллективы не выжили бы. В подобных объединениях людей не было институционализированных различий в зависимости от того, в какой семье они родились или каким имуществом владели. Поэтому главными признаками неравенства являлись половые и возрастные различия, а несколько позже (по мере развития социальных отношений) также отношения родства и свойства. Не менее важным был приобретенный с помощью личных качеств (ум, сила, хитрость и т. п.) и заслуг статус (авторитет, общественная должность). Все эти характеристики и определяли место индивида в коллективе (который неизбежно был группой родственников), его права и обязанности. Таким образом, тип социальной организации обществ этой формации можно назвать **родственно-половозрастным**.

### **Особенности охотничье-собирательского хозяйства и образа жизни. Сложность реконструкции истории**

*Первое.* Размеры коллективов, орудия труда, способы хозяйствования, образ жизни и основные общественные отношения – словом, почти все зависело исключительно от окружающих природных условий.

*Второе.* С переменой окружающей среды жизнь должна была резко меняться: нужно было либо приспосабливаться на месте, либо искать районы с похожими природными условиями, либо переселяться в иные по характеристикам места. Поэтому можно сказать, что *главной движущей силой, специфической си-*

лой уже социального плана, являлось взаимодействие человека с природой, в результате чего люди расселились почти по всей планете. На базе разных географических условий начинает зарождаться и специализация<sup>5</sup>.

Чем лучше люди приспосабливались к природе и специализировались, тем продуктивнее была их деятельность. Следовательно, при анализе охотничье-собирательского принципа производства на степень приспособления к природе и овладения ею необходимо обратить особое внимание. Адаптация к природе большинства охотничье-собирательских обществ была очень высокой, в некоторых случаях просто поразительной. Стоит сказать об одном важном моменте, связанном с различной адаптацией к природным условиям. Как замечено исследователями, значимость охоты по сравнению с другими видами занятий (собирательством и рыболовством) усиливается от экватора к полюсам. Это обусловлено несколькими факторами: а) чем ближе к экватору, тем больше разнообразие видов, что препятствует специализации охотников; б) увеличивается изобилие флоры, то есть ценность собирательства возрастает от высоких широт к низким; в) меньше универсальность использования продуктов охоты, которая является наивысшей у северных охотников, получающих от животных все, включая жир для освещения, гигантские кости для строительства жилищ, одежду, посуду и т. д. (см. подробнее: Семенов 1968: 321–323). Ясно, что в тропическом лесу массу материалов можно было получить с деревьев или других растений.

Отметим интересный, в чем-то кажущийся парадоксальным момент. Из-за различий в доступности и изобилии ресурсов более высокоразвитые группы могли в принципе иметь меньше пищи или, что вероятнее, должны были больше работать. В частности, индивидуальная охота может быть менее продуктивной, чем загонная, хотя уровень техники, сноровки и выучки у индивидуальных охотников был несравненно выше. То же мы можем сказать о ситуации, связанной с переходом к земледелию. С точки зрения производительности труда земледelec мог производить меньше, чем охотник или даже собиратель. А рост населения в условиях аграрной революции приводил к тому, что люди и вовсе должны были работать больше, чтобы обеспечить себя. Аналогичная ситуация характерна и для всего аграрно-ремесленного принципа производства. Ведь пашенное земледелие на не столь плодородных почвах может быть менее продуктивным, чем даже ручное – на более плодородных.

Сказанное приводит к двум важным теоретическим выводам:

1) *в состав производительных сил общества необходимо включать природные компоненты* (см. подробнее: Гринин 2003а; 2011г; 2012д). Отсюда ясно, что важнейшей частью первобытных производительных сил являлись именно природные производительные силы;

2) *до определенного этапа появление техники и особой технологии являлось лишь одним из ответов на вызов относительной скудости природы.*

<sup>5</sup> Природные катаклизмы, особенно планетарного масштаба, меняли жизнь очень многих коллективов. Далее мы еще будем говорить о роли оледенений, глобального похолодания и затем таяния ледников. Стоит также упомянуть ныне популярный факт о катастрофическом извержении вулкана Тоба примерно 73–74 тыс. лет назад на о. Суматра (Rampino, Self 1992). Тогда в результате выброса пепла наступило похолодание на несколько лет, после чего, как предполагают некоторые исследователи, население Земли сократилось едва ли не до 10 тыс. человек или даже меньшего значения (Williams *et al.* 2009: 295–314; Rampino, Ambrose 2000: 78–80; Ambrose 1998: 623–651), что, однако, вызывает определенные сомнения.



*Третье.* Сам образ жизни и хозяйствования доаграрного общества естественно ограничивал численность населения, которое в условиях охотничье-собирательского принципа производства росло очень медленно. Важнейшими ограничителями численности населения у охотников-собирателей являются:

а) достаточно большая необходимая территория для обеспечения жизнедеятельности одного человека;

б) невозможность добыть больше дичи или собрать больше растительной пищи, чем это допустимо в определенной местности, без ущерба ее воспроизводству в дальнейшем;

в) необходимость определенных нейтральных территорий между общинами;

г) ограничения в других (непищевых) ресурсах (например, на севере это недостаток топлива);

д) если поселение постоянное, то и ресурсы ограничены; если надо постоянно переселяться, то большое количество детей – громадная помеха при перекочевках;

е) естественные ограничения у женщин доаграрного периода, связанные с невозможностью кормить грудных детей долгое время грубой пищей, и поэтому длительный период лактации, а следовательно, и ограниченность зачатий и рождений при продолжительной лактации; а также и другие факторы, уменьшающие фертильность женщин охотничье-собирательского периода по сравнению с аграрным;

ж) естественная высокая детская смертность при кочевом образе жизни.

Тем не менее плотность населения и размеры поселений в разных случаях сильно варьировали, прежде всего в зависимости от окружающей среды и характера хозяйствования (у собирателей или рыболовов они могли быть выше, чем у охотников).

По разным данным, средняя плотность населения в доаграрную эпоху составляла 0,1 человека на 1 кв. км земной суши (см., например: Чайлд 2012[1942]: гл. 2; Андрианов 1978: 21). При этом плотность (как и сегодня) значительно колебалась. В наиболее благоприятных районах она достигала 0,66 человека на 1 кв. км (Чайлд 2012[1942]: гл. 2). В менее благоприятных плотность составляла один человек на сотни километров. Так, еще в XVII в. у юкагиров, по данным Б. О. Долгих, на 1 человека приходилось в среднем до 200–300 кв. км (Андрианов 1978: 22). Примерно так же дело обстояло и у охотников-тунгусов (см.: Долгих 1960: 15). А согласно расчетам Д. Кристиана (Christian 2004: 198), средняя плотность населения в период 10 тыс. лет до н. э. составляла 1 человек на 25 кв. км (то есть еще меньше, чем по оценкам Андрианова – 0,04 человека на 1 кв. км).

Число жилищ на многих верхнепалеолитических стоянках, согласно археологическим сведениям, колебалось от 1 до 6; соответственно число их обитателей могло колебаться от 6–7 до 30–70 человек, также и сами жилища нередко весьма отличались по размерам (Бадер 1976: 129; Борисковский 1984а: 355; 1989; Рогачев, Аникович 1984: 191 и др.; Абрамова 1984: 328; Деревянко и др. 1997: 217–221). Существовали и более крупные поселения. Плотность населения также сильно варьировала. Например, население района Ком-Омбо (в Египте) насчитывало не менее 250 человек при одной из самых высоких плотностей населения верхнего палеолита (1 человек на 2,6 кв. км). Люди здесь, по-

видимому, были одними из первых, кто в довольно широких масштабах практиковал сбор дикорастущих злаковых (см.: Файнберг 1986: 185). В других местах плотность населения равнялась одному человеку на десятки квадратных километров. Все это, однако, слабо сопоставимо с вариативностью, скажем, сложных аграрных обществ, где та же численность населения разных поселений могла варьировать от единиц до сотен тысяч (то есть уровень различий вырастает на порядки).

*Четвертое.* Самой большой сложностью в изучении первобытности остается недостаток сведений. Это вызывает к жизни массу гипотез, иногда очень остроумных, однако не заменяющих точные знания. По археологическим данным частично восстановить характер производительных сил возможно, но без связи их с общественными отношениями многое непонятно. Кроме того, археологические находки фрагментарны и далеко не всегда толкуются однозначно. Факты этнографии исключительно важны, но не все из жизни таких народов можно переносить на древность: немало наблюдаемых племен либо уже столкнулись с более развитыми обществами, либо прежде знали лучшие времена, поэтому имеют остатки более высокой культуры.

Можно предположить, что большинство коллективов, обретая социальность, при благоприятных природных условиях застревало на достигнутом, поскольку потребности в каком-либо прогрессе не было. Но, без сомнения, в течение долгих тысячелетий немало обществ двигалось дальше и расцветало, а затем по разным причинам происходила остановка в развитии, деградация или уничтожение. По-видимому, одно и то же открывали много раз в разных местах. Историческая память была очень слабой, уровень контактов тоже, достижения закреплялись медленно. И все же бесконечные эпизоды подъема и упадка, бесчисленные переселения, появления и смерти протоэтносов, приспособление тысяч первобытных орд и племен на протяжении десятков тысяч лет в конце концов привели к заселению огромных территорий и появлению первых очагов земледелия. Таким образом, даже подобия линейного движения не было, также неизвестны и общества-первопроходцы, а потому наметить ведущую линию сложнее, чем для периодов, известных исторически, и она носит более гипотетический характер.

Л. А. Файнберг задает вопрос: «Насколько древним является такое разнообразие социальных форм? Существовало ли оно в каменном веке или же характерно только для современных отсталых этнографических групп, в течение длительного времени живших и развивавшихся на периферии классовых обществ и находившихся под их влиянием или составивших устойчивые изоляты?» (Файнберг 1975: 64). Думается, что неравномерность характерна для всех эпох. Не является исключением и палеолит (о проблеме неравномерности развития в этот период см., в частности: Григорьев 1969а: 222; Величко, Гвоздовер 1969: 236–237; Гринин 2001: 38–58). Однако чем дальше развивается человечество, тем больше разрыв между самыми социокультурно сложными системами и самыми социокультурно простыми. Но во все времена число обществ «ординарных» было гораздо больше, чем «неординарных». В частности, только небольшое меньшинство палеолитических стоянок содержит остатки произведений искусства, при этом они концентрируются в сравнительно ограниченных зонах (см., например: Формозов 1970: 194; Григорьев 1970; Soffer 1985; Gvozdover 1995; см. также:

Буровский 2012). Неслучайно статуэтки из камня и кости и предметы с орнаментом в европейской части СССР найдены только на 33 стоянках из известных 700 позднепалеолитических местонахождений, а серии таких предметов встречаются еще реже (Авдусин 1977: 36). Зато на некоторых стоянках, таких как Сунгирь (Там же: 39), находок, свидетельствующих о высоком развитии духовно-символической культуры, обнаружено очень много (тысячи предметов, например бусинок). Уникальна в подобном плане и мальтинская культура в бассейне Ангары, где найдено очень большое количество женских статуэток и уникальных фигурок птиц (Григорьев 1970: 50–53; Абрамова 1970: 83–84; Напольских 1991). Известны также памятники с более быстрой сменой типов каменных орудий, чем в других культурах. Так, в развитии перигордийской культуры во Франции за период от XXII тыс. до XVIII тыс. лет назад выделяют шесть или даже семь этапов, каждый из которых заметно отличается от последующего и предыдущего набором каменных орудий (Григорьев 1969б: 213).

## 2.2. ЭТАПЫ ОХОТНИЧЬЕ-СОБИРАТЕЛЬСКОГО ПРИНЦИПА ПРОИЗВОДСТВА

Эти этапы рационально связывать с качественными рубежами приспособления к природе и овладения ею. Ведь, как уже сказано, размеры коллективов, орудия труда, способы хозяйствования, образ жизни – словом, почти все зависело исключительно от окружающих природных условий. Если соотносить этапы также с серьезными изменениями природных условий, появляется возможность привязки к абсолютной хронологии в общечеловеческом масштабе. Кроме того, первые этапы охотничье-собирательского принципа производства можно связать в рамках предложенной теории с аналогом производственной революции. Это уже описанная выше верхнепалеолитическая, или «человеческая», революция, связанная с бурным появлением социальных признаков жизни *Homo sapiens*, которые до этого проявлялись достаточно слабо. Однако в период 40–45 тыс. лет назад эта революция только началась, закончилась она, собственно, лишь с концом верхнего палеолита. Все это время заметны антропологические изменения, вытекающие из приспособления к разной среде обитания.

Тогда **первый этап** – начало «человеческой» революции, которую можно рассматривать как аналог производственной революции. В тот период именно человеческие знания, умения и навыки были важнейшей частью производительных сил. В то же время создаются хотя и примитивные, но вполне социального происхождения производительные силы, поскольку в этот период имелось уже более ста типов орудий (Борисковский 1980: 180). На первых этапах орудия труда, конечно, еще очень несовершенны. Но думается, что главные изменения в производительных силах даже не в технике, а в самом человеке, который был важнейшей частью этих сил и уже коренным образом отличался от предшествующих по интеллекту, уровню организации и способности к совместным действиям.

**Второй этап** – распространение и укрепление принципа производства (примерно и очень условно – 30–23/20 тыс. лет назад) – привел к окончательному преодолению того, что можно назвать трансформировавшимся противоречием антропогенеза, противоречием между биологическими и социальными регуляторами жизнедеятельности. Этот этап связан с интенсивным расселением людей и освое-

нием удобных для жизни мест (см., например: Зубов 2012), в том числе заселением Сибири (Долуханов 1979: 108) и, вероятно, Америки (Зубов 1963: 50; Сергеева 1983; Березкин 2007а; 2007б; 2013), хотя здесь датировки очень разбросаны (Сергеева 1983; Алексеев 1986: 57). По генетическим данным это период 25–15 тыс. лет назад (Goebel *et al.* 2008). Но в целом заселение Америки было сложным и далеко не одномоментным процессом.

**Третий этап** – завершение аналога производственной революции – продолжался до 18–16 тыс. лет назад. На это время приходится период максимального за всю геологическую историю развития Земли похолодания планетарного масштаба<sup>6</sup>. Очередное изменение климата явилось серьезным испытанием. Однако к этому времени люди уже имели достаточный уровень развития производительных сил и социальных отношений, чтобы часть коллективов смогла не только выжить в более суровых условиях, но даже благоденствовать на базе получения некоторого излишка продукции. Огромные изменения происходят в разнообразии и количестве орудий труда (Чубаров 1991: 94). Приспосабливаясь к холодному климату, человек изобрел теплую одежду, заготовку продуктов, научился охотиться на самых крупных животных. Прогресс был не только у охотников. Возникло и приобрело важное значение рыболовство (добыча речной и озерной рыбы), позже – охота на морского зверя. Известны также собиратели моллюсков и раковин. Вообще с освоением разных природных ниш усиливается специализация.

Именно в это время появляются зоны быстрой смены типов и наборов каменных инструментов, например во Франции (Григорьев 1969б: 213), а в Леванте (18 тыс. лет назад) появляются микролиты (Долуханов 1979: 93).

В течение этого и следующего, **четвертого этапа** – примерно 17–14 (18–15) тыс. лет назад – степень приспособления к изменяющимся природным условиям значительно возрастает. Изменение природных условий потребовало специализации орудий труда, что привело к более полному освоению природных ресурсов, дало мощный толчок развитию производительных сил. Изобретаются и совершенно новые орудия труда: лодки, гарпуны, остроги и т. д. Некоторые ученые настолько высоко оценивают степень такой приспособленности, что говорят о первом антропогенном кризисе, связанном с уничтожением мамонтов, хотя подобные утверждения, на наш взгляд, а также по мнению многих других исследователей, выглядят сомнительно (см., например: Буровский 2010; 2014; Назаретян 2010). Там, где не было похолодания, появлялись также интенсивные собиратели (Холл 1986: 201; Харлан 1986: 200). В частности, это уже упоминавшееся выше поселение на равнине Ком-Омбо южнее Асуана (в Египте), существовавшее примерно 17 тыс. лет назад, которое, по-видимому, было одним из первых, где в довольно широких масштабах практиковался сбор дикорастущих злаковых (см.: Файнберг 1986: 185). Люди жали колосья диких злаков и собирали столько зерна, что оно могло составлять большую часть их пищевого рациона. Найдены каменные серпы, зернотерки, камнетерки (см.: Придо 1979: 45). В этот период также развиваются

<sup>6</sup> Это случилось во время последней ледниковой эпохи (так называемый Вюрм III, которому в европейской части России соответствует осташковское, или поздневалдайское, оледенение). Максимум оледенения и похолодания приходился примерно на период 20–17 тыс. лет назад, температуры в среднем упали более чем на 5 градусов (см.: Величко 1989: 13–15).

проторемесла, включая шитье и изготовление нитей, одежды, а также плетение (см.: Дятчин 2001: 37).

**Пятый этап** – 14–11 (15–12) тыс. лет назад – это конец древнекаменного века (палеолита) и начало среднекаменного века (мезолита) (Файнберг 1986: 130), его можно связать с началом отступления ледников и сильным изменением климата (Ясаманов 1985: 202–204; Короновский, Якушова 1991: 404–406). В результате этого потепления и изменения ландшафтов крупных млекопитающих стало меньше. В итоге «большие общины, которые поддерживали свое существование коллективной охотой и рыболовством, были вынуждены расколоться и научиться каким-то новым техническим приемам» (Чайлд 1949: 40). Поэтому в данный и следующий этапы происходит переход к индивидуальной охоте, в том числе большое распространение получает охота на птицу (Марков 1979: 51; Чайлд 1949: 40). В результате перехода к индивидуальной охоте люди в ряде районов изобрели лук, ловушки, сети, гарпуны, топоры и т. п., что обеспечило автономное существование мелких групп и даже отдельных семей (Марков 1979: 51; Придо 1979: 69; Авдусин 1989: 47). Для охоты на птицу использовали лук и стрелы с тупыми наконечниками, метательные палки, изогнутые палицы и т. п. (Марков 1979: 51). Возникло или приобрело важное значение рыболовство на реках и озерах (Матюшин 1972).

Таким образом, на пятом и шестом этапах охотничье-собираательского принципа производства особенно ярко проявились тенденции основной линии прогресса охоты. Эта линия, по мнению С. А. Семенова, заключалась в совершенствовании орудий и способов получения добычи. Прогресс механических орудий заключался в улучшении метательных и стационарных средств. Метательные орудия развивались в направлении увеличения силы и скорости полета, дальности и точности попадания (от рогатины и копья до дротика с копьёметалкой и лука со стрелами)<sup>7</sup>. Развивались следующие типы форм каменных наконечников: листовидные, с выемкой, черенковые, крылатые. Костяные и деревянные наконечники получают зубчатую структуру, затем шиповую, гарпунную (Семенов 1968: 323, 324).

Из сказанного читатель легко поймет, что известные с Нового времени этнографические народы охотников, рыболовов, собирателей мы относим по этой периодизации не ниже чем к пятому – высокой зрелости – этапу<sup>8</sup>. Сказанное подтверждается и выводами ученых-первобытников: «Как известно, даже наиболее примитивные культуры из числа изучавшихся этнографами находятся на уровне не ниже мезолита» (Файнберг 1980: 7). Численность общин в таких обществах колеблется в среднем от 20 до 100 человек, но, по подсчетам разных ученых, например Дж. Стюарда и У. Гуденафа, средний размер общины бродячих локальных групп – 50 человек, а средняя территория, занимаемая такой группой, – приблизительно 100 кв. миль (см.: Мердок 2003: 108). Иногда такая

<sup>7</sup> Как метательный инструмент мог использоваться и бумеранг. Дальность его полета могла достигать 100 м. Охота с помощью бумеранга наиболее известна у этнографических народов Австралии, а также Арктики и Америки. Однако бумеранги обнаружены при раскопках стоянок каменного века в разных местах (Виргинский, Хотеев 1993: 29).

<sup>8</sup> Это относится и к маргинальным этносам, попавшим в суровые природные условия, но относительно них нужны специальные оговорки, которые в этой работе невозможны.

община состояла из нескольких более мелких локальных групп, иногда оставалась единой.

Главный признак, отличающий мезолитическую культуру от всех остальных, – это наличие очень маленьких орудий, или микролитов. Как правило, они представляют собой маленькие пластины, заостренные с одной стороны или имеющие два параллельных края, а также различные типы крошечных орудий треугольной, трапециевидной, прямоугольной и т. д. форм, которые называют геометрическими микролитами. Другим характерным предметом стал усеченный микролитический резец с ретушированной выемкой. Усечение образовывало острый угол с выемкой, в результате чего получалась небольшая ровная поверхность. Некоторые исследователи, однако, считают, что микролитический резец не орудие, а просто отход (остаток) производства геометрических микролитов (Анати 2008: гл. 8).

Отметим, что переход к новым орудиям труда и новой технике их изготовления, а также некоторая специализация орудий труда и коллективов сопровождалась также большими изменениями в социальной и духовной жизни людей, включая новые виды искусства, способы захоронения и почитания умерших и т. п. О некоторых изменениях мы еще скажем далее.

**Шестой этап** (примерно 12–9 тыс. лет назад<sup>9</sup>) также связан с продолжающимся потеплением климата, изменениями природной среды и переходом в конце его к так называемому голоцену (см., например: Хотинский 1989: 39, 43; Wymer 1982), а в археологической периодизации – к неолиту, который связан с большим прогрессом в технике обработки камня (Семенов 1968; Монгайт 1973; Авдусин 1989; Янин 2006). В это время рождается много инноваций, а в целом – открывается путь к новому аграрно-ремесленному принципу производства (см., например: Липс 1954; Mellaart 1975).

Несомненны большие успехи в разных отношениях, связанных с технологиями: в умении добывать огонь, построении и освещении жилищ, создании одежды, хранилищ, транспорте (плоты, лодки, лыжи, сани-волокуши и др.), количестве используемых материалов, знании природы (этнографические народы часто удивляли европейцев способностью использовать сотни растений). Способы охоты постоянно совершенствуются, появляются сотни ловушек для зверей (см.: Липс 1954; Семенов 1968). Некоторые из них поразительно остроумны, хитры, другие даже можно назвать первыми машинами или полуавтоматами, так как они срабатывали от легкого прикосновения, но могли убить медведя, а то и слона (о возникновении элементов машин см.: Белькинд и др. 1956: 22–28). Кое-где приручили собаку. Распространялось применение растительных ядов, в том числе и для рыбной ловли. В некоторых случаях появлялись и интенсивные способы рыболовства и поддержки поголовья рыбы, так что общества могли существовать на этой базе тысячи лет (см., например: Матюшин 1972: 180 и далее).

Подводя итоги, можно сказать, что стадию высокой зрелости для формации в целом следует связывать с появлением технических и технологических возможностей для поддержания автономного существования более мелких групп и даже отдельных семей. В некоторых случаях это можно связывать с появлением лука и стрел, в других – духовой трубки с отравленными стрелами, в третьих – было

<sup>9</sup> Но датировки здесь колеблются на 1–2 тыс. лет.

достаточно копьеметалки<sup>10</sup>, в четвертых – имелись особые метательные снаряды и т. д.

Все это позволило людям заселить новые места, в том числе и такие, где прежде прокормиться большим общинам было сложно. Гибкая общественная организация позволяла коллективу распадаться на мелкие группы или семьи, чтобы в определенные периоды или для определенных действий собираться вместе. Уменьшение величины хозяйственных единиц и переход на мелкую и среднюю дичь привели также к изменению многих правил раздела продукции, поскольку теперь роль индивидуального охотника должна была учитываться в большей степени.

Однако в северных и некоторых других районах сохранялась возможность жить более или менее оседло, с сезонными перекочевками. При этом, если климат был подходящим, способы сохранения пищи (прежде всего мяса и рыбы) были весьма разнообразными: копчение, вяление, заморозка, квашение, даже засолка, а иногда и консервация.

#### **Некоторые данные о контактах охотничье-собираТЕЛЬских обществ.**

С одной стороны, общества палеолита и даже мезолита-неолита – это изолированные крошечные мирки, где люди часто даже не представляют, что есть другие общества, кроме них и их ближайших соседей. Но с другой стороны, это были довольно мобильные и беспокойные люди. Потому неудивительно, что археологические культуры уже верхнего палеолита в целом были весьма обширны (см., например: Григорьев 1969б: 214). При этом нередко находящиеся в географической близости культуры палеолита различаются сильнее, чем располагающиеся за тысячи километров друг от друга. Например, «индустрия западного и восточного ориньяка на огромной территории, от Франции до Дона, ближе, чем индустрия западного ориньяка, шательперрона и перигора, существующие практически на одной территории и в одних и тех же условиях» (Долуханов 1979: 82). Автор цитаты склоняется к совершенно, на наш взгляд, верной мысли, что «эти различия отражают особенности в сфере культуры (традиций, верований, знаний) групп первобытного населения» (Там же). В частности, фигурки палеолитических венер периода порядка 20 000 лет назад обнаружены на огромном пространстве – от Пиренеев до Дона (Champion *et al.* 1984: 81; Gamble 1986; Gvozdover 1989; Christian 2004: 197; Soffer *et al.* 2000; Bahn 1998; Lewis-Williams 2002; Clottes 2003; 2008; White 2003; Curtis 2007; Whitley 2009) и даже в Сибири (Okladnikov 1990).

Наиболее интересными в этом плане являются факты обмена теми или иными вещами и даже орудиями труда и сырьем/полуфабрикатами для их изготовления. Например, морские раковины с берегов Средиземного моря обнаружены на верхнепалеолитических стоянках Германии, черноморские раковины – в Мезенском поселении на Десне за 600 км от моря и т. д. (см., например: Кларк 1953; Румянцев 1987: 170–171). По мнению В. П. Алексеева, обмен между отдельными хозяйственными коллективами возник, очевидно, на самых ранних этапах истории (Алексеев 1984: 373). В. М. Массон также указывает, что обмен сырьем и украшениями имел место уже в верхнем палеолите (Массон 1973: 79).

<sup>10</sup> «Современные эксперименты показали огромное преимущество копьеметалки. Брошенное рукой двухметровое копьё пролетает не более 30–70 метров, а копьеметалка посылает его на 150 метров с такой силой, что оно убивает оленя в 30 метрах» (Придо 1979: 69).

Археологические данные определенно свидетельствуют, что в Европе, Азии и Африке на верхнепалеолитических стоянках имеется немало предметов неместного происхождения, нередко при этом из довольно отдаленных для этого времени мест. Главным образом это были кремень, сланец, обсидиан, лазурит, янтарь, морские раковины и ряд других предметов (Кларк 1953; Румянцев 1987: 170; Webb 1974). Подобные факты обмена ценными материалами, особенно охрой, добываемой в Западной Австралии, в древний период истории приводят австралийские исследователи (Mulvaney, Kamminga 1999: 28–31; см. также: Christian 2004: 197).

Уже в конце палеолита и мезолите обмен различными вещами и материалами в некоторых случаях мог играть существенную роль. Например, на территории Индостана, по данным А. Я. Щетенко, такой обмен в мезолитических обществах присваивающего хозяйства носил сложный характер: «Мезолитические поселения, удаленные от основных источников сырья, получали его путем опосредованного обмена из различных мастерских по добыче камня, поэтому в некоторых контактных зонах существовали орудия, изготовленные из материалов всех перечисленных выше зон (зона кремня и кремнистого сланца; зона агата, халцедона и яшмы; зона сланца и кварцита. – *Авт.*)» (Щетенко 1977: 125; 1979: 71–74).

### **2.3. ВЕДУЩЕЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ ОХОТНИЧЬЕ-СОБИРАТЕЛЬСКОГО ПРИНЦИПА ПРОИЗВОДСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ИНСТИТУТОВ ЭТОГО ОБЩЕСТВА**

Все еще существует мнение, что ведущим противоречием охотничье-собираТЕЛЬского общества было противоречие между жизненно необходимыми потребностями первобытных людей и низким уровнем развития производительных сил. Однако мысль о том, что первобытные люди были вечно голодными и занимались только поисками пищи, в целом неверна. Конечно, природа порой могла быть жестока с людьми и социумами, но часто она бывала и щедрой. При этом если добытого хватало на последующие дни, то никто и не спешил продолжать «работу».

Полевые же исследования этнографов при изучении существовавших в XIX и XX вв. групп охотников и собирателей показывают, что даже не в самой изобильной местности они уже настолько приспособились к окружающей природе, что в **среднем** могли трудиться не более нескольких часов в сутки. Конечно, трудовая нагрузка в течение года распределялась очень неравномерно (см.: Sahlins 1972; Салинз 1999: 19–52; Геллнер 1991: 241; Иди 1977: 29; Кабо 1986: 237). Иногда требовались большие усилия в течение нескольких дней или даже недель (особенно при сезонных миграциях животных или рыбы, сборе дикорастущего урожая и т. п.). А затем могли быть недели и даже месяцы безделья. Нагрузка женщин, занятых собирательством, приготовлением пищи и рукоделием, обычно была более равномерной. В 50–60-е гг. прошлого века разными этнографами об этом было собрано много фактов (см.: Sahlins 1972; Harris 1977: 179). М. Салинз называл такие социумы *обществами первобытного изобилия* (Sahlins 1972; Салинз 1999).



Конечно, современные первобытные народы могли отличаться по степени приспособленности к природным условиям от доисторических. Но думается, что такая экстраполяция вполне оправдана, поскольку наблюдения за самыми разными условиями в целом подтверждают сказанное. Археологические раскопки также говорят о достаточно продуктивных занятиях и аналогичных описанным приспособлениях.

Поэтому **ведущим противоречием этого принципа производства следует считать противоречие между возможностью добывать («производить») больше благ и отсутствием стимулов для этого.** Иными словами, «производитель» может, но не считает нужным добывать блага в количестве, превышающем обычные потребности и общественные нужды. Он не стремится к постоянному накоплению пищи и других благ.

Это объяснялось ограниченными возможностями для хранения, транспортировки и обмена, которые ставили жесткие преграды для накопления, а сложившиеся на этой материальной базе общественные отношения строго ориентировали людей на беззаботность в отношении накопления и необходимость делиться с сородичами. Последний момент, впрочем, можно рассматривать как особого рода «инвестиции» на черный день (наиболее реальные и разумные в тех условиях), поскольку в случае неудачи на охоте человек мог рассчитывать на помощь сородичей.

Конечно, амплитуда различий в этом плане у разных племен была очень большой. Но в целом можно суммировать некоторые причины, по которым первобытные люди считали накопление бессмыслицей.

1. Многие коллективы не умели по-настоящему и надолго запастись пищей, тем более что во влажном климате все гниет, портится, уничтожается насекомыми и т. п. К тому же если отсутствовала сезонность, то и запастись много не было резона: свежее мясо всегда предпочтут «консервам». Даже на севере мясо или рыба обычно не хранятся слишком долго. Да в этом и нет особой нужды, запасы нужны лишь до нового заготовительного сезона<sup>11</sup>.

2. При перекочевках лишний груз был в тягость, тем более если учесть, что женщины должны были нести детей.

3. Внутренняя потребность общества в накоплении отсутствовала, а обмен с другими был редким и слабым.

4. Общество не одобряло жадности и стяжательства, напротив, поощряло щедрость, а обычаи требовали делиться.

**Итак, ограниченные возможности для хранения, транспортировки и обмена ставили жесткие преграды для накопления, а сложившиеся на этой материальной базе общественные отношения строго ориентировали людей на беззаботность, «нестяжательство» и необходимость делиться с сородичами. Все вместе лишало их стимулов к накоплению благ.**

На этапе зрелости общество обычно находит эффективные пути институционализации основного противоречия. В данном случае можно сказать, что блага, которые производитель отдает гостям, родственникам, соплеменникам, как бы

<sup>11</sup> Здесь кстати отметить, что чисто по природным причинам собиратели в этом плане оказались в гораздо более выгодном положении, поскольку зерно, злаки, орехи и прочее могут храниться гораздо дольше, чем мясо, хотя их надо уметь прятать от грызунов.

обмениваются на престиж и соответственно более высокий статус, который приобретают наиболее удачливые добытчики.

Пока ведущее противоречие еще не стало источником системных кризисов, главное в нем, условно говоря, его **технический аспект**, то есть действие его в первую очередь связано с ограничениями самих производительных сил. В частности, в данном обществе – с неумением запасать, отсутствием обмена. Однако постепенно эта ограниченность производительных сил в значительной мере устраняется. Появляются те или иные способы накопления благ. В результате в охотничье-собирательских обществах появлялся заметный излишек благ, а также и **престижные блага** (шкуры, бивни, красивое оружие, украшения). На поздних этапах начинают зарождаться имущественное расслоение, социальное неравенство, накопление богатств в руках отдельных людей, престижный обмен и торговля. Теперь главным становится **общественный аспект** основного противоречия. Ведь хотя уже можно производить гораздо больше, чем раньше, сложившиеся в предшествующий период и более консервативные, чем производство, отношения являются препятствием для дальнейшего развития, поскольку традиции и мораль всячески сдерживают развитие личного богатства и имущественного неравенства. В итоге возникают многие несистемные элементы и институты для охотничье-собирательского общества, которые создают предпосылки для перехода либо к обществам высших охотников-собирателей, либо к новому (аграрно-ремесленному) принципу производства (о том и другом путях см. ниже). Таким образом, разрешаясь в каких-то частностях, ведущее противоречие создает общее несоответствие производства и общественных отношений в еще большей степени<sup>12</sup>. Ведь плотность населения растет, контакты увеличиваются, развиваются дарообмен и обмен. Если коллективы достаточно большие, начинается выделение более авторитетных и богатых людей. Теперь уже полученный статус тем или иным образом позволял увеличивать и богатство. Словом, общество уже не то, но отношения, традиции и общественная мораль всячески сдерживают развитие личного богатства, имущественного неравенства, возможности передавать богатство потомкам, право отказать в помощи и т. д. В этом и состоит обострившееся трансформированное противоречие.

### **Общинно-родственный тип организации примитивных обществ**

В обществах охотников-собирателей связь того, что можно назвать властью, с производством была в некоторых отношениях даже заметнее, чем в обществах классовых. Это понятно, поскольку как органы власти, так и система перераспределения благ от управляемых к лицам, выполняющим функции управления, здесь обычно отсутствуют. Власть держалась на традициях возраста, а также на личных качествах и авторитете руководителя либо тесно связывалась с умением

<sup>12</sup> Для иллюстрации можно привести пример индейцев Северной Америки. Пока у них не было выюнных животных, их имущество было небольшим. С момента разведения и использования лошадей объем перевозимого груза значительно увеличился. И те, у кого было мало лошадей, а значит, и мало имущества (бизонных шкур и др.), имели низкий статус.

вожака обеспечить коллективу достаточно приемлемую жизнь. Последнее нередко наблюдалось также у примитивных земледельцев, особенно кочевых (см. об этом, например: Леви-Строс 1984: 170–172). Политическая сфера формировалась медленно, поскольку и концентрация населения была очень малой. Племена были намного аморфнее и одновременно меньше, чем в земледельческую эпоху. Так, у австралийцев их численность колебалась от 100 до 1500 человек, составляя в среднем 500–600 человек<sup>13</sup>. Однако они собирались вместе только в определенное время года, обычно на праздники и особые церемонии (см., например: Элькин 1952; Роуз 1981). Но у ряда охотничье-собираТЕЛЬСКИХ этносов даже о таких «племенах» можно говорить лишь с огромной долей условности, и то не во всех случаях, просто из-за их малочисленности и разбросанности. Так, этнографическая группа полярных эскимосов, открытая в конце XIX в., насчитывала всего 400 человек (Файнберг 1968: 167; см. также: Фрейхен 1961). Обеспечение пищей у кочевых народов часто проходило в небольших локальных группах, состоящих из нескольких семей, иногда даже в отдельных семьях. Но базовыми единицами следует считать все же такие локальные группы, которые обычно классифицируются как общины. Эти общины можно рассматривать как родственные, то есть такие, в которых в основном жили люди, связанные между собой отношениями родства и свойства. В то же время общины обычно всегда связаны с определенной территорией, и отношения совместного проживания могли быть главными (см.: Мердок 2003: 108, 94). Поэтому такие группы можно считать (при определенной подвижности их состава) все же относительно стабильными, и они «выступают первичной базой социального контроля» (Там же: 109). Таким образом, тип политической организации до появления сельского хозяйства условно можно назвать **общинно-родственным**.

Мы не говорим об этих общинах как родовых, поскольку родовые формы организации имелись не у всех охотничье-собираТЕЛЬСКИХ народов, а едва ли не у меньшинства из них. Кроме того, они вообще более свойственны сельскохозяйственным, а не охотничье-собираТЕЛЬСКИМ народам (см., в частности: Коротаев 2003). Но родственные общины были почти у всех доземледельческих этносов (см. об этом, например: Кабо 1986; Файнберг 1975; Бутинов 1968а; 1968б), хотя родство не обязательно четко формулировалось (Мердок 2003: 94). Оно могло существовать в самых разных формах. Община включала в себя родственников и свойственников, а нередко и некоторое количество чужаков. Род же, которому старые эволюционисты и марксисты придавали такое значение (при всех его многообразных вариациях), – это понятие особой четко структурированной кровнородственной группы, члены которой тесно связаны между собой, в том числе имущественными и иными правами и обязанностями, хотя могут проживать и не вместе; это понятие, оформленное идеологически. Род может быть небольшим, состоять из родственников, выросших в одной семье (беспредковый род, состоящий из взрослых братьев и сестер с их детьми), а может быть очень крупным, когда он превращается, по сути, в племя людей, ведущих свое происхождение от одного общего предка (предковый род).

<sup>13</sup> Например, 300 тысяч (по предположениям этнологов) аборигенов Австралии в конце XVIII в. образовывали от 500 до 700 племен (Берндт Р., Берндт К. 1981: 18).

В данных обществах могли быть постоянные руководители, но чаще это были временные лидеры, которые заслужили доверие своими достоинствами, квалификацией, делами. Однако при прочих равных условиях такими «начальниками» становились уже зрелые мужчины как по причине их большего опыта, так и в силу тех или иных привилегий и авторитета старших поколений. Особенно это было заметно у австралийцев, где у некоторых племен мужчина после инициации должен был пройти последовательно еще четыре возрастные степени, прежде чем он получит статус старшего мужчины (Белков 1993: 87).

**Неравенство и основные институты.** Неравенство определялось в основном по вышеуказанным линиям (различиям в родстве, поле и возрасте, а также качествам характера) и закреплялось обычаями, традициями, верованиями и авторитетом. Естественное неравенство пола и возраста усиливалось и общественным разделением труда между мужчинами и женщинами (детьми). Родственные отношения, права и обязанности, поначалу слабо выраженные, постепенно приобретали все большую роль, тем более в коллективах, где хозяйственная роль семей была высокой. Обязанности родственника, а в иных случаях и свойственника (зятя, тещи и тестя, например), были порой довольно церемониальными и обременительными.

Институт брака во многом играл центральную роль в социальном делении этих обществ. Крайне важными являлись брачные правила и запреты вступать в брак с людьми из определенных родов и групп (так называемые брачные классы). В отношении брачных обычаев, роли парной семьи, моногамии и полигамии, установленных мест поселения молодоженов (в роде жены, мужа или отдельно) имелось большое разнообразие (частично объясняющееся характером хозяйственной деятельности). При заключении брака где-то главными могли быть симпатии мужчин и женщин, где-то их не принимали во внимание и вопросы о браке решали старшие.

Половозрастные отношения очень существенны для любого охотничье-собираТЕЛЬского общества, но их значение могло быть различным. В некоторых случаях доходило до сильного антагонизма между мужчинами и женщинами, между молодежью и «стариками» (то есть людьми определенного возраста). Это могло происходить в особенности там, где старшие мужчины присваивали себе основные права, а молодые люди оставались неполноправными. К примеру, наличие нескольких жен у стариков многих австралийских племен создавало естественные трудности для вступления в брак молодежи. Это могло вызывать конфликты или супружеские измены. Но австралийцы среди других этнографических народов являются в этом плане исключением, а не правилом. Тем не менее как в охотничье-собираТЕЛЬском, так и в более развитом обществе ранних земледельцев и скотоводов холостой мужчина считался неполноправным. Поэтому вопрос женитьбы был для юноши (и его родных) важнейшим. Естественно, он резко обострялся в ситуации нехватки женщин. Несмотря на имеющееся в той или иной степени неравноправие мужчин и женщин, В. В. Бочаров прав, утверждая, что мужчины обретали высокий статус в архаическом социуме только благодаря женщине. Более того, мужчина имел возможность состояться в качестве социального субъекта только посредством женщины. Так, полноправным членом социума мужчина становился лишь после заключения брака. Остаться холостяком считалось позорным (Бочаров 2011: 101).

Очень часто женщин не допускали до религиозных таинств, праздников, решения важнейших дел. Инициации (для юношей, реже – девушек), иногда исключительно жестокие – это и метод отсекаания слабых (порой недовольных), и воспитание в нужном духе, даже устрашение. Во всяком случае, это довольно эффективный способ ослабления конфликта поколений.

Общественное положение, престиж поднимали человека в глазах соплеменников, могли дать ему больше прав или привилегий в материальном плане. Но нередко это сопровождалось и увеличением количества обязанностей, требований щедрости. Такая двойственность, вообще свойственная чем-то выделяющимся людям, была весьма характерна для древнего общества. Нередко общественная должность становилась тяжким грузом, и не все ее домогались или могли выдержать (см., например: Леви-Строс 1984: 170, 171). Конечно, за престиж всегда велась определенная борьба, но она, очевидно, не слишком часто перерастала в острые формы. Ведь в обычных условиях власть была не тиранической, а привилегии – не слишком значительными. Просто для такой власти не было материальной основы. Иными словами, злоупотребления могли иметь место, но для них было мало экономических и общественных условий, а следовательно, люди меньше к ним стремились<sup>14</sup>.

Многое, разумеется, зависело от размера коллективов и формы хозяйствования. Там, где общины были большими, а охота – коллективной, неизбежно возникала определенная иерархия с более сильной властью (в виде совета старейшин, малого совета и т. п.), которая могла обладать даже зачатками аппарата принуждения (в виде групп юношей, например, под властью старшего). Заметную роль могли играть колдуны и знахари, которые обладали большой психологической и моральной властью (см., например: Кабо 2007). Но чтобы стать колдуном или знахарем, нужны были особые свойства характера и знания, которые в некоторых племенах приобретались долгими годами учебы и испытаний, специальных инициаций колдунов.

Хотя сильные характеры, выдающиеся личности в каких-то вопросах могли противопоставлять себя обществу и общественному мнению, в целом господство коллектива было достаточным. Слишком частого вмешательства персональных авторитетов не требовалось, хотя без них, конечно, не обходилось при разборе жалоб, споров, ссор. Словом, в этих обществах не было «жесткой обусловленности, всегда одинаковой реакции личности или коллектива в целом на те или иные поступки индивидов или общественные события» (Артемова 1984: 171; 2004; 2009). Жесткого регламента жизни также не было, люди в основном сами распределяли свое время, кроме того, что подпадало под запреты, церемонии, обязательные дела<sup>15</sup>. Как справедливо замечал В. П. Алексеев, совершенно неправильно представлять первобытное общество как тоталитарное, с казарменной дисциплиной и всесторонним контролем за личностью. Стоит также учитывать, что особого аппарата принуждения не было. Но его успешно заменяли внимательность, любопытство и сплетни сородичей. Огромную роль играло общественное мнение. Насмешки, оскорбления, бойкот, осуждение – все это

<sup>14</sup> Все меняется, когда появляются большие запасы и излишки, а значит, требуется постоянная должность для решения хозяйственных дел и споров; появляется возможность распределять больше продуктов для себя и более близких людей.

<sup>15</sup> «Да, таков первейший нерушимый закон этих краев: то, что делает человек, священно, и никто не имеет права вмешиваться в его дела, за исключением таких случаев, когда действия одного человека могут представлять опасность для остальных членов общества» (Моуэт 1963: 175).

в маленьких коллективах является грозным оружием. Тем не менее в отношении серьезно провинившихся наказания подчас были строгими: изгнание, а иногда и убийство или особое колдовство, которое должно было, по мнению туземцев, умертвить приговоренного (у австралийцев это называлось «отпеть»).

**Дозэкономический тип отчуждения.** Охотничье-собирательский принцип производства и его ведущее противоречие соответствовали **дозэкономическому** типу отчуждения. Общества были в основе своей эгалитарными, с уравнительным уклоном, но с половозрастным неравенством. При этом труд в социальном плане не был заметно отделен от отдыха<sup>16</sup>. Речь идет именно о социальном, а не о психологическом аспекте. С одной стороны, труд еще не стал уделом социально слабых и презираемых и был достаточно почетным, с другой – праздность, когда для нее имелись условия, не воспринималась как порок.

Данный тип отчуждения мы называем **дозэкономическим** не столько потому, что экономики как таковой еще нет, сколько потому, что в нем еще нет ярко выраженной противоположности экономических и неэкономических способов распределения произведенного продукта, как это наблюдается уже в следующей формации. Также нет заметного социального и имущественного неравенства (а только половозрастное), эксплуатации, замкнутых социальных групп. Труд еще не стал уделом неравноправных.

Распределение благ в первой формации можно считать **равнообеспечивающим**, но **неравным**. Оно не было и не могло быть равным, но, по крайней мере, в идеале пищи должно было быть достаточно, чтобы накормить всех (см., например: Кабо 1986: 152; Моуэт 1963: 175; Фрейхен 1961: 14; Ковалевский 1895: 52). Для этого существовали специальные правила дележа добычи (см.: Колганов 1962; Семенов 1999; Кабо 1986; Леви-Строс 1994: 194). Они в каждом племени и даже общине могли быть особыми и зависели от разных причин (в том числе от типа хозяйствования и методов охоты, рыбной ловли). Где-то охотник получал лучшую долю, где-то – худшую. Таким образом, наиболее сильные, энергичные и удачливые люди не имели равноценной своему вкладу доли. Следовательно, можно говорить об отчуждении труда и личности производителя первобытным коллективом с помощью обычаев, традиций и запретов, требований помощи, подарков, услуг, поддержки в конфликтах родичей и соплеменников. Все это в значительной мере уменьшало стимулы или возможности членов коллектива к увеличению производства и накоплению излишков.

С началом использования лука и других способов охоты, которые позволили перейти к добыванию пищи малыми группами, существенно меняются и правила распределения в сторону большего учета «трудового вклада» (см., например: Куиличи 1969: 329). Лучшая приспособляемость и специализация обществ вела к развитию уже имевшихся половозрастных разделения труда и неравенства. Последнее часто выражалось в том, что женщинам и молодежи было запрещено употреблять некоторую (наиболее ценную, редкую или вкусную) пищу, участвовать в общественных и религиозных делах. Мужчины средних лет в каких-то обществах могли работать меньше, а получать больше, чем молодежь (Кабо 1986: 89, 122–123, 152–153 и др.). Но в целом неравенство не носило

<sup>16</sup> Поэтому выражения «труд», «трудиться», «трудовая деятельность» для данного принципа производства достаточно условны.

чрезмерного характера, поскольку его рост тормозился слабыми возможностями для хранения и накопления благ. По мере технических инноваций происходят изменения и в типе отчуждения, в котором появляются новые моменты: изменение правил распределения, возможность накопления престижных благ и их раздачи.

### **Предпосылки для перехода к новому принципу производства**

На пятом и шестом этапах для нас особенно интересны народы – собиратели урожая как потенциально более прогрессивная ветвь развития. Эти народы собирали в определенный период в большом объеме урожай дикорастущих растений (одного или нескольких), складывали его на хранение, и этого основного вида пищи, заготовленного в небольшой период, им хватало на весь год или на сезон до следующего урожая. Соответственно они были более оседлыми, чем охотники и обычные собиратели, так как жили вблизи соответствующих мест произрастания нужных им растений. Такое собирательство могло быть очень продуктивным (см., например: Липс 1954; Антонов 1982: 129; Шнирельман 1989а: 295–296)<sup>17</sup>. Использовались самые разные растения: водяной рис, дикие злаки, саговая пальма, тропические плоды и корнеплоды, даже желуди. Разумеется, охота и другие виды деятельности сохраняли свое значение. Народы – собиратели урожая изобрели много орудий и приемов труда, которые позже перешли к земледельцам: серпы и жатки, зернотерки, печи и выпечку теста, емкости для хранения зерна и муки, приемы ирригации и агрономии и др. (см.: Липс 1954). Они в какой-то степени начинают ухаживать за дикорастущими растениями (например, поливать их, пропалывать сорняки и т. п.). Такие приемы известны даже охотникам (Шнирельман 1983: 183; 1989а: 365; см. также: Кабо 1980; 1986). Как уже сказано, на пятом (высокой зрелости) и особенно шестом (подготовительном) этапах охотничье-собирательского принципа производства появлялся заметный излишек благ, который можно было запасать. Излишек так или иначе приводил к появлению **престижных благ**, которые удобны в хранении и отчуждении и являлись предметами зависти, жизненных устремлений, высокого престижа. Таковыми были: шкуры, бивни, красивое оружие и одежда, украшения, лодки и т. п. Новые виды продуктов требовали и особых форм их производства, хранения, распределения, которые иногда пытались подогнать под привычные «стандарты», иногда, напротив, выводили из-под них, в любом случае это означало усиление противоречия между новыми условиями и старыми отношениями и правилами. На этих стадиях усиливается разделение труда в обществе, начинают зарождаться частная собственность, имущественное расслоение, социальное неравенство, накопление богатств в руках руководителей и удачливых людей. Изобильные места повышают плотность населения, в результате усиливаются престижный обмен и торговля, а также и войны за обла-

<sup>17</sup> «...В Галилее в дождливый сезон дикий эммер и ячмень дают урожай 500–800 кг с га. В Турции, пользуясь орудиями древних форм, исследователи за 1 час собирали до 1 кг зерна. Они подсчитали, что семья из четырех человек за три недели такой работы могла собрать тонну зерна» (Антонов 1982: 129).

дание этими территориями<sup>18</sup>. А как известно, война способна быстро аккумулировать богатства, открывать путь к развитию неравенства и рабства.

Таким образом, на **шестом** этапе *несистемных явлений*, или *подготовительном* (к переходу к новому принципу производства), появляются много элементов будущего принципа производства (в данном случае аграрно-ремесленного). С одной стороны, они еще очень неустойчивы, не играют решающей роли и, если отпадает необходимость, исчезают<sup>19</sup>. С другой стороны, при создании определенных благоприятных обстоятельств общество перерастает свои возможности, а при особых условиях возникает самое примитивное сельское хозяйство.

## 2.4. ВЫСШИЕ ФОРМЫ ОХОТНИЧЬЕ-СОБИРАТЕЛЬСКОГО ПРИНЦИПА ПРОИЗВОДСТВА

**Варианты преодоления основного противоречия.** Итак, расслоению социума, социальному неравенству и свободному накоплению богатства как способам разрешения основного противоречия жестко препятствовали обычаи, традиции и нежелание перемен со стороны большинства. Только часть коллективов сумела справиться с этой проблемой. У обществ, перешедших к шестому подготовительному этапу, имелись различные пути для дальнейшего развития. В аспекте генеральной линии можно говорить о двух типах: перспективном и неперспективном. Первый тип связан с переходом к примитивному сельскому хозяйству. Появлялся новый перспективный сектор экономики, в меньшей степени связанный с ограничениями присваивающего хозяйства. Второй тип – с перерастанием нормального уровня охотничье-собирательского принципа производства благодаря особой щедрости природы, частичному разрешению противоречия и иным достижениям. Когда общества перерастают шестой (подготовительный, высший для ведущей линии) этап принципа производства, тогда можно говорить о боковом и тупиковом движении эволюции, условно седьмом и восьмом этапах принципа производства (охотничье-собирательского), как бы параллельных начальным этапам следующего (аграрно-ремесленного) принципа производства.

Известны общества высших охотников и собирателей, где наблюдались сильное имущественное расслоение, наличие рабов, относительно развитые товарно-денежные отношения. Это индейцы северо-запада и юго-запада Америки, некоторые народы Дальнего Востока, Сибири и др. (см., например: Аверкиева 1960; 1978а; Даунс 1978; Шнирельман 1989а; 1989б; 1993; 2012а; Townsend 1985). Довольно подробно среди племен Северо-Западной Америки описаны, например, тлинкиты (Аверкиева 1978а). Они охотились на морского зверя и ловили лососевых рыб, шедших в местные реки на нерест. У них существовало различие между богатыми и бедными, было много рабов (по некоторым данным, до 30 % от всей численности жителей). Владелец раба мог убить или продать его. Часть

<sup>18</sup> Еще в XVIII в. один поселенец записал в своем дневнике: «...старые индейцы рассказывали... о том, что между сиу и чипеваями происходили кровопролитные сражения за обладание этими дикими рисовыми полями» (Липс 1954: 105–106).

<sup>19</sup> В. А. Шнирельман рассказывает о группах индейцев северного побережья Калифорнийского залива, у которых земледелие носило крайне примитивный и подсобный характер. Если они узнавали о большом урожае диких растений, то бросали свой и уходили к диким растениям (Шнирельман 1989а: 295–296).



добычи отдавалась вождю. Последний обладал большой властью и мог передавать ее по наследству. Нередки были войны, в том числе и за рабов. У этих индейцев получили развитие ремесло (плетение, ткачество, ковка меди и прочее), торговля и даже имелись деньги в виде пластин меди. Таким образом, перед нами уже не первобытное, а скорее варварское общество. Думается, оно во многом опережало в развитии примитивных земледельцев, поскольку уровень прибавочного продукта у таких охотников-собирателей был выше.

Развитие существенно выше обычного для данного (и вообще любого) принципа производства за счет сверхизобильного природного (или иного) фактора – вполне объяснимое явление. Ведь такие показатели, как **объем, характер и удобство хранения прибавочного продукта в огромной степени определяют уровень развития общества**. И если накопление такого излишка возможно в рамках старых технологий, то это будет объективно подталкивать общество к частичному преодолению противоречий<sup>20</sup>. Такие общества-«переростки» весьма похожи на общества ранних фаз следующего принципа производства. Но это дорога в тупик. И с точки зрения исторического процесса они становятся в конце концов маргинальными. Почему?

Дело в том, что переход к новому принципу производства не просто создает больше продукции. Он меняет всю хозяйственную жизнь и ведет к огромному росту населения, что, в свою очередь, трансформирует многие отношения. Главное же – во всемирно-историческом плане **переход к нему означает создание не просто новой, но такой системы хозяйствования, которая имеет большие потенции в будущем и способна быть предметом широкого распространения и заимствования**.

Преодоление же основного противоречия на базе особых природных условий не имеет таких потенций. Ведь исключительные условия потому и исключительны, что они нетипичны, могут исчезнуть, и главное – **они не способны быть предметом заимствования и распространения для других**. Но такие варианты все равно играют важную эволюционную роль. Ведь прежде чем произойдет переход к новому принципу производства, должен появиться целый спектр различных ответов на эту задачу, а уже среди них, возможно, отыщется наиболее перспективный. *Таким образом, даже на ранних этапах нового принципа производства эволюция как бы продолжает искать пути развития в старом принципе производства. Только эти линии развития различаются направленностью: одна уже идет по нисходящей линии, а другая – по восходящей. Решаются одни и те же проблемы, но решаются принципиально по-разному.*

---

<sup>20</sup> «В самом деле, для общественной эволюции особую важность имела не столько сама форма хозяйства, сколько его эффективность, способность поддерживать и стимулировать развитие сложной социальной структуры. В этом смысле потенциал развитого присваивающего хозяйства в ряде случаев был ничуть не меньше, чем у ранних форм производящего хозяйства. Вот почему общественные отношения и социальная структура высших охотников и собирателей нередко сильно напоминали соответствующие параметры в обществах ранних земледельцев и скотоводов» (Шнирельман 1989а: 400).

## Глава 3. История технологий: аграрно-ремесленный принцип производства

### 3.1. НАЧАЛО АГРАРНОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ФОРМИРОВАНИЕ АГРАРНО-РЕМЕСЛЕННОГО ПРИНЦИПА ПРОИЗВОДСТВА

Аграрная революция в целом совершалась в течение нескольких тысяч лет (даже для распространения самых первых ее достижений в центре зарождавшейся Мир-Системы – Западной Азии – потребовалось порядка тысячи лет), но, несмотря на такой медленный с сегодняшней точки зрения темп, она резко ускорила ход истории. **В самом широком философском плане это революция, которая ограничивает власть природы над человеческим обществом, поскольку удалось овладеть контролем над важными биологическими и экологическими процессами, а кое в чем и усовершенствовать их.** Фактически только в результате аграрной революции, особенно завершающей ее фазы, появилась реальная возможность возникновения достаточно крупных иерархически устроенных обществ, в которых многообразные верхние страты и специализированные группы могли уже не заботиться о добывании продуктов питания собственным трудом. Преодоление ограничений природы наблюдалось и в области транспорта, связи, коммуникаций. Но роль природного фактора в производстве оставалась огромной, поскольку богатство общества, количество населения и объем прибавочного продукта определяющим образом (при принципиально одном технологическом уровне) зависели от щедрости природы, особенно от плодородия почв. Здесь можно вполне согласиться с Т. Боклем (2000), что накопление богатства (и объем произведенного продукта) во многих отношениях является самым важным последствием природного влияния, так как оно определяет возможности роста населения, обмена, формы собственности и распределения в обществе, разделения труда, роста знания, что в конечном счете ведет к развитию цивилизации (см. также: Гринин 2012в: разд. 2, лекция 1; Гринин, Коротаев 2010б).

По распространенному мнению, эта революция **есть переход от присвоения пищи к ее производству**. И это совершенно верно. Но стоит уточнить: *она связана не просто с созданием пищи (а точнее говоря, особыми технологиями увеличения выхода полезной биомассы), но и с возможностью запастись ее в больших объемах и на длительный срок, в том числе за счет содержания домашнего скота, а также с созданием огромного числа удобных для длительного или даже практически неограниченно долгого хранения ресурсов, олицетворявших богатство.* Это исключительно важно для анализа роста сектора накопления. Кроме того, важной чертой этой производственной революции было открытие новых материалов, средств производства и источников энергии (в частности, силы животных). Данная революция не только привела к созданию **производящего хозяйства**, но и открыла новые движущие силы развития в виде углубленно-

го разделения труда (то есть «удлинило» «окольные методы», по австрийскому экономисту О. Бем-Баверку, или, другими словами, увеличило длину технологических цепочек). И в ходе этой революции, и после нее процесс углубления разделения труда стал важнейшей составляющей общественного развития, пока труд не дошел до своего предельного разделения в мануфактурах.

Имеющиеся в нашем распоряжении археологические и этнографические данные дают основания предполагать, что земледелие впервые возникло у некоторых из народов – собирателей урожая. Есть предположения, что земледелие и скотоводство возникли почти одновременно у одних и тех же народов, хотя некоторые археологические данные говорят о более позднем по сравнению с земледелием зарождении животноводства. И роль его была в целом меньше. Исследователи не сходятся во мнениях при объяснении как мотивов сохранения животных, так и причин, побудивших выращивать растения (см., например: Шнирельман 1980; 1989а; 1989б; 2012а; 2012б). На наш взгляд, здесь заслуживает внимания и такое предположение, что первичное выращивание (или, по крайней мере, высевание) растений могло применяться в ритуальных целях. Несмотря на то, что проблема происхождения и эволюции культурных растений исследуется уже много десятилетий, она до сих пор является одной из интригующих тайн становления человечества (Гончаров, Кондратенко 2008: 161). Чаще всего исследователями обсуждаются три основные гипотезы происхождения земледелия: 1) увеличение народонаселения; 2) глобальное изменение климата в конце плейстоцена (около 11 тыс. лет назад), ставшее крахом мира охотников и собирателей, о чем шла речь в *Главе 2*; 3) религиозное (ритуальное) использование доместичированных растений (Там же).

Важно учитывать, что само по себе изобретение технологии искусственного выращивания растений и животных еще не могло означать перехода к сельскому хозяйству. Иными словами, в виде гипотезы можно предположить, что земледелие и скотоводство появляются в некоторых обществах в качестве не имеющих важного хозяйственного значения занятий (но имеющих, скажем, сакральный смысл). В этих социумах в связи с относительным изобилием есть возможность открытий, но в то же время нет необходимости в перестройке. Например, вполне правдоподобно, что именно там, где люди имели достаток в питании, они сохраняли животных. Так, живущие в относительном «первобытном изобилии» собиратели саго откармливали им свиней (см.: Кабо 1986: 184). Зато общества менее продвинутые, но способные к заимствованиям и структурным перестройкам могли перенять такие достижения и сделать их основой для своего развития.

Относительно подобных обществ, знакомых с выращиванием растений, но живущих в основном собирательством и при этом демонстрирующих высокую культуру, можно обратиться к свидетельствам археологии на Ближнем Востоке. Гёбекли-тепе, являющийся наибольшим по площади (примерно 15 га) и одним из самых ранних ритуальных центров этого региона, был основан в середине X тыс. до н. э. Ритуальный центр был построен на каменистом холме далеко от воды. Строения представляют собой круглые в плане помещения поперечником от 10 до 30 м, углубленные на 3 м ниже поверхности. Стены выложены камнем, вдоль стен устроена скамья. Столбы представляют собой прямоугольные в сечении Т-образные стелы из известняка, а «культурный слой» вокруг зданий был, насколько можно понять, насыпан искусственно на известняковую поверхность

холма. Перекрытий помещения, скорее всего, не имели. Транспортировка и обработка более 200 стел высотой от 3 до 5 м должны были быть исключительно трудоемкими. Самая большая стела весом 50 т так и осталась в карьере, но и вес рядовых стел из нижнего слоя превосходил 20 т. Многие покрыты рельефными изображениями (Березкин 2013; о центре см.: Шмидт 2011).

Однако здесь не найдено остатков культурных растений. Это не значит, что образом жизни создатели монументального центра напоминали бушменов, но и земледельцами их назвать еще нельзя. Это своего рода переходный период от собирательства к земледелию. Выращивание растений носит в это время опытный и во многом случайный характер, свойственные культурным видам мутации в генах не закрепились, земледелие и собирательство не были вполне отделены друг от друга (Березкин 2013: 170). Поразительно, что, по сути, еще в основном собиратели могли сооружать такие центры. Это показывает многообразие путей эволюции. Однако судьба этого центра и общества также показывает, что устойчивый переход к новым уровням без прочного нового экономического базиса крайне затруднен. В итоге, по мнению К. Шмидта, Гёбекли-тепе был оставлен, а связанная с ним культура прекратила существование, поскольку переход к земледелию, а затем и разведению домашних животных (полноценная производящая экономика сформировалась после 8000 г. до н. э.) не только изменил формы хозяйства, но и подорвал авторитет той элиты, которая ранее мобилизовала соплеменников на общественные работы (Березкин 2013: 174–175).

Указанное выше «разделение» изобретения сельского хозяйства и перехода к нему может облегчить понимание причин аграрной революции, поскольку очевидно, что к новому принципу производства гораздо легче перейти, используя уже готовые технологии, чем одновременно изобрести технологии и перестроить систему хозяйства. Это важно и для выяснения момента, определяющего начало аграрной революции. По нашему мнению, таким началом нельзя считать момент, когда в присваивающем хозяйстве появились какие-либо элементы производящего хозяйства, которые или не играли важной роли, или фактически лишь развивали старый тип хозяйствования до пределов интенсификации. Например, использование ездовых собак для передвижения на санях некоторыми охотничьими народами только усовершенствовало их способы охоты, так же как появление лошадей в прериях Америки в XVII–XVIII вв. изменило жизнь многих индейских племен – они из пеших охотников превратились в конных охотников на бизонов. Прибрежные рыболовы иногда выращивали технические растения для изготовления сетей, веревок, корзин, циновок и прочего, а также высокотоксичные растения для глушения рыбы (Шнирельман 1989а: 122–123). Очевидно, что такие нововведения при всей их важности все же не вызывают постоянных качественных перемен, а только доводят старый тип хозяйствования до пределов интенсификации. То же можно сказать и об использовании медных изделий в некоторых обществах, неспособных изменить хозяйство, об отдельных машинах в древности и Средневековье.

Таким образом, *началом аграрной и других производственных революций нужно считать момент, когда нововведения образуют хоть в какой-то степени самостоятельный сектор хозяйства.*

Тем более что археологические методы могут точно указать не на начало сельского хозяйства, а только на уже одомашненные растения.

Первоначально люди, очевидно, разводили растения дикого вида, считает В. Шнирельман. Далее он задается вопросом: «Сколько времени нужно выращивать растение, чтобы оно приобрело культурный облик?» Он указывает, что у разных растений процессы окультуривания протекают не только по-разному, но и с разной скоростью. Например, у пшеницы и ячменя – быстрее, чем у маиса. Израильский ботаник Дж. Кацнельсон опубликовал сообщение о том, что ему за двадцать лет удалось окультурировать дикий клевер. За это время растение заметно изменилось: удвоились размеры семян, стала другой окраска, стебель утолщился, колоски уменьшились, но потяжелели, и пр. В далекой первобытности профессиональных ботаников не было, и процесс окультуривания растений происходил несравненно дольше. Тем не менее длительность процесса исчислялась, видимо, десятилетиями, может быть, столетиями, но отнюдь не тысячелетиями, как считали некоторые ботаники еще полвека назад (Шнирельман 1988б). Между тем новые исследования говорят о том, что срок в тысячелетие не был преувеличением. Так, дикие ячмень и пшеница культивировались более тысячелетия, прежде чем появились их первые domesticiрованные разновидности (Гончаров, Кондратенко 2008: 169).

Весьма вероятно, что к переходу к сельскому хозяйству могли побудить какие-то значительные обстоятельства, например ухудшение климата, создавшее кризисную ситуацию для прежней системы хозяйства (Шнирельман 1989а; 1980: 31, 45–46). Демографическое давление могло быть важным фактором, способствовавшим появлению первичного сельского хозяйства (см.: Reed 1977а: 890; Cohen 1977). Однако нельзя полностью исключить и того, что такой переход в определенных условиях мог быть связан с ростом производства, например если значительная часть урожая использовалась для обмена с другими обществами, что побуждало людей увеличивать (или хотя бы поддерживать при колебаниях урожая) объемы производства (Гринин 2003а; 2009а).

Согласно правилу особых/исключительных условий для возникновения ароморфозов (см.: Гринин, Марков, Коротаев 2008) для столь крупного социального ароморфоза, каковым выступало самостоятельное изобретение земледелия, требовались особые (в данном случае – природные) условия. Вот почему возникновение сельского хозяйства всегда происходило в особых природных зонах (какие бы при этом растения ни культивировались). Так, в ряде районов Юго-Восточной Азии имелись необычайно удобные для собирательства природные условия влажных тропиков. И на базе этого хозяйственного комплекса собирателей обитатели предгорий Центрального Индокитая перешли к разведению бобовых и бахчевых культур уже в период X–IX тыс. лет назад. Однако для зерновых условия там не годились (Деопик 1977: 15). Еще ранее, примерно 12 тыс. лет назад, в высокогорьях Папуа – Новой Гвинеи (и, возможно, в некоторых других местах Меланезии) обнаружены некоторые следы культивации таро (Denham *et al.* 2003). Но прогресс в Новой Гвинее был медленным по сравнению с другими регионами.

Первичное возникновение эволюционно наиболее важного зернового хозяйства также могло случиться только в определенных природных и климатических условиях (Мелларт 1982: 128; Harris, Hillman 1989). Это могло произойти, например, в горных очагах с подходящим микроклиматом, где существовала периферия ареалов диких предков культурных растений, поскольку именно на таких окраинах потребность в земледелии чувствовалась наиболее остро (Гуляев 1972: 50–51;

Шнирельман 1989а: 273; Мелларт 1982: 128). В таких местах колебания климата заставляли людей не только заниматься сбором растений, но и стремиться поддерживать их существование путем создания благоприятных условий. Предполагают, что дикорастущие злаки стали культивировать изначально где-то на Ближнем Востоке, хотя по поводу более точного указания места имеются значительные расхождения. Существует несколько точек зрения, согласно которым это событие произошло на склонах возвышенностей Палестины (Мелларт 1982), в междуречье Тигра и Евфрата, в верхнем течении Евфрата (Алексеев 1984: 418; Холл 1986: 202), в Египте (Харлан 1986: 200).

**Начальная фаза** аграрной революции была связана с переходом к примитивному ручному (мотыжному) земледелию и архаичному скотоводству. Первые следы земледелия еще в рамках охотничье-собираательского принципа производства относятся ко времени 15–12 тыс. лет назад, а иногда и к более ранним периодам (см., например: Холл 1986: 201; Харлан 1986: 200). А начало собственно аграрной революции, как мы указывали, лежит в интервале 12–9 тыс. лет назад (IX–VI тыс. до н. э.). Начальная фаза революции заканчивается формированием Переднеазиатского региона земледелия, где ведущую роль играли злаковые культуры. Но в мире имелось еще несколько регионов (до семи), в которых население самостоятельно перешло к культивированию тех или иных (не только злаковых) растений или domestikации животных. Помимо уже указанных, это два очага в Америке – в Андах и Центральной Америке<sup>1</sup>, субсахарский, а также дальневосточный. В последнем, в частности в Южном и Восточном Китае, было культивировано 97 различных растений (Londo *et al.* 2006). Время начала культивации риса относят к периоду от 9 до 12 тыс. лет назад (*Ibid.*), но, вероятнее, более правильной является первая дата. В первое время земледелие и скотоводство сосуществуют с присваивающими формами хозяйства, но по мере роста населения последние теряют свое значение, зато в отдельных обществах возрастает значение ремесла. В этот период появились и первые одомашненные животные. Одними из первых считаются козы. Возможно, первые виды домашних коз появились примерно 10–11 тыс. лет назад в Загросе, горах Ирана (Gupta 2004; Zeder, Hesse 2000). Предполагают, что в это же время там начали разводить и овец. Есть также свидетельства о разведении овец в период 8–9 тыс. лет назад в Леванте (Meadows *et al.* 2007).

Затем наступает **средняя (модернизационная) фаза** аграрной революции – длительный период широкого распространения инноваций и улучшающих изобретений, который условно можно датировать 8–5 тыс. лет назад (VI – середина-конец IV тыс. до н. э.). Эта эпоха включает в себя распространение из Передней Азии сельскохозяйственных культур в другие регионы и образование новых очагов земледелия. В это время приручаются козы и овцы, а также первые тяг-

<sup>1</sup> Становление производящего хозяйства в Центральных Андах и Мезоамерике началось с VII–VI тысячелетия до н. э. (Березкин 2007б; 2013: 17; см. также: Dillehay *et al.* 2010). Кстати сказать, несколькими тысячелетиями позже на этой базе и на базе рыболовства сложились общества, которые уже можно назвать среднесложными. Они возникли 5,5–4,5 тыс. лет назад на побережье Перу. Их экономика была основана на морском рыболовстве (особенно ловле анчоусов), добыче съедобных моллюсков и выращивании разнообразных сельскохозяйственных культур в поймах рек (Quilter *et al.* 1991; Vega-Centeno 2010). Эти продукты обменивались, поэтому рыба составляла основу белковой пищи даже в некоторых поселениях, удаленных от моря на десятки километров (Березкин 2013: 17). Это был особый вариант развития, аналогичный по некоторым социальным результатам тому, что дало завершение аграрной революции в ряде регионов.

ловые животные – быки (Алексеев 1984: 436), хотя, «вероятно, древнейшая функция скота в земледелии состояла в разрыхлении почвы и втоптывании семян в землю» (Шнирельман 1980: 228). В Восточной Азии примерно 6000 лет назад одомашнивается азиатский буйвол (Roberts 1998: 136).

В конце IV и III тысячелетия до н. э. в больших хозяйствах Южной Месопотамии были пастухи как для крупного, так и для мелкого скота; пастбища были различными по величине. В самой южной болотистой местности пасся крупный рогатый скот. Приплод содержался особо и поручался специальным пастухам. О том, что домашних животных было много уже в конце IV тысячелетия до н. э., говорят тексты из Фара-Шуруппака. Из них известно, что пастух Урбаба имел в стаде 1050 овец, из которых 141 были приплодом (Боголюбский 1959: 19). В Египте, а позже и в Месопотамии в конце этого периода приручили также ослов, сыгравших большую роль в хозяйстве обоих регионов (см., например: Bruyner 2008; Боголюбский 1959). Ослы, кстати, начали использоваться как тягловая сила для пахоты едва ли не раньше быков и волов и использовались в разных странах очень активно. Так, при храме Шуруппака насчитывалось стадо из 9660 пахотных ослов (Боголюбский 1959). Шел активный обмен достижениями: культурами, сортами, технологиями и т. п. Однако приспособление растений и животных к местным условиям часто было нелегким делом из-за разницы в почвах, климате, кормах. Поэтому такая адаптация всегда являлась новаторством и позволяла расширять видовую базу принципа производства. Например, для отбора на уменьшение ломкоколосости и становление нерассыпающегося колоса ячменя у древних земледельцев могло уйти более 1 тыс. лет. Отбор на крупнозерность происходил еще медленнее (Tanno, Willcox 2006; Гончаров, Кондратенко 2008: 169). В это время в разных местах одомашнивается множество растений. Так, к концу рассматриваемого периода (примерно 6000 лет назад) в Юго-Западной Азии были одомашнены финики и виноград, а в Восточной – водяные каштаны, шелковица и важнейшая культура среди зерновых в Азии – рис (Roberts 1998: 136; относительно риса, как мы видели выше, есть и более ранние свидетельства – см.: Londo *et al.* 2006).

В этот период складываются различные типы производящего хозяйства. Весьма своеобразным был вариант подсечного хозяйства, роль которого в изменении образа жизни и природы очень велика. Подсечное (подсечно-огневое) земледелие возникло далеко не сразу, хотя кое-где такой способ начал применяться уже в каменном веке. По уровню технологии его можно отнести к начальной фазе аграрной революции, но по масштабам и трудозатратам – к средней. В ряде же регионов он мог укорениться только при доступности металлических орудий труда. Вот почему наибольшее распространение такой метод хозяйствования получил уже после образования очагов интенсивного ирригационного земледелия и развития металлургии, особенно железной. Ибо без топорков превратить миллионы гектаров леса в сельскохозяйственные земли было немыслимо. Поэтому в некоторых районах, как, например, в Восточной Европе и многих районах Африки, подсечное и переложное земледелие обеспечивало процессы образования и существования государственности, то есть, по существу, было аналогом интенсивного сельского хозяйства (так как зола обеспечивала высокие урожаи). Но такого рода земледелие при (практически неизбежном

в подобной ситуации) демографическом росте могло создавать условия для глубокого экологического и хозяйственного кризиса.

### **3.2. ИТОГИ ПЕРВЫХ ФАЗ АГРАРНОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ФОРМИРОВАНИЕ ВАЖНЕЙШИХ ИНСТИТУТОВ ВАРВАРСКОГО ОБЩЕСТВА. ПОДГОТОВКА ПЕРЕХОДА К ЗАВЕРШЕНИЮ АГРАРНОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

**Некоторые производственные изменения и возрастание роли обмена.** Итак, первый этап аграрно-ремесленного принципа производства был связан с началом перехода к новым формам хозяйства, а второй – с победой земледельческо-скотоводческого образа жизни на значительной территории. Однако охота и собирательство еще долго играли очень заметную роль, формируя во многих местах смешанные типы хозяйства, использующие как присваивающие, так и примитивные производящие формы (см., например, о некоторых народах Индии: Медведев 1978: 71). Переход к производящему хозяйству привел к росту населения в десятки раз. Характер взаимоотношения между природой и обществом меняется за счет перехода к активному преобразованию окружающей среды (искусственная ирригация, вырубка и сжигание лесов, распашка целины, создание городов и пр.). Значительно расширяется использование природных сил, включая силу животных, ветра и воды (ранее активно использовался лишь огонь).

На этих этапах появляется и делает заметные успехи собственно ремесло, то есть труд уже не для удовлетворения потребностей домохозяйства (домашние промыслы), а специализация на какой-то деятельности и работа на заказ или рынок. Отделение ремесла от сельского хозяйства и домашних промыслов – длительный и часто непростой процесс, завершающийся (и то не полностью) лишь на зрелых этапах данного принципа производства. Техника обработки камня на этой и следующей стадиях доводится до совершенства. Недаром данный период в археологии называется неолитом (новокаменный век). Техника шлифования, сверление, правильность форм изделий из камня вызывают восхищение. У обществ, вступивших в эту фазу хронологически позже, появляется металлургия. В зависимости от разных обстоятельств важную роль могли играть гончарство, ткачество, плетение, изготовление лодок и других транспортных средств, резка камня и кости, плотницкое дело, а также производство различных престижных и ритуальных предметов. В некоторых обществах наиболее престижные или доходные виды ремесла могли сосредотачиваться в руках знатных родов и семей.

Хотя ремесло не определяло в решающей степени развития аграрной революции, важно отметить, что именно к моменту начала завершающей ее фазы, то есть 3500–3000 лет назад, происходят важнейшие открытия: колесо и колесные повозки, плуг, гончарный круг, упряжь, или ярмо (Андрианов 1978; Чубаров 1991; McNeill 1963: 24–25; Ренфрю 2002; Камардин 2006; Рыжов 2006; Силин 1983: 51–52), а также бронзовая металлургия (Зворыкин и др. 1962: 41; Tylecote 1976: 9; Ламан 1989; Черноусов и др. 2005). Именно в этот период появляются первые, еще небольшие и примитивные, государства, а затем формируются первые империи в Египте и на Ближнем Востоке. Начинается урбанизация. Но расцвет городской культуры приходится на более поздние этапы (об этом будет сказано ниже).



Следующим этапом стало утверждение интенсивного хозяйства. При этом ремесло и торговля имели тенденцию к превращению в самостоятельные области производства.

В ранний период аграрного производства экономика в ряде мест носила, как известно, престижный характер. Появившуюся возможность каким-либо образом аккумулировать излишки реализовывали в форму взаимного (реципрокного) обмена (дарообмена) между людьми, группами, общинами (см., например: Мосс 1996; Салинз 1999; Семенов 1999; Першиц и др. 1982: 141; Шнирельман 1986: 348; Годелье 2007). Дарообмен некоторые исследователи логично рассматривают как особого рода инвестиции, которые делает человек эпохи варварского общества в условиях ненадежности, а часто и бессмысленности накопления богатства. Дарящий (расходующий) свои накопленные ценности человек затем возвращает их в виде ответных даров и раздач. В чем-то это напоминает циркуляцию капитала. Дарообмен заставлял людей больше трудиться, а соответственно и повышать общий уровень жизни<sup>2</sup>.

Чем больше у человека было партнеров, тем больше он должен был работать. Было подсчитано, что каждый партнер у бушменов Калахари, которые обменивались вещами, обходился человеку в 5 полных рабочих дней. Если бушмен имел 16 партнеров, то должен был в год давать подарки четырнадцати из них, что обходилось ему в 70 рабочих дней. Если учесть, что бушмен тратил в год на добывание пищи 125 дней, то эта цифра является весьма внушительной. Уже юноши могли иметь 10 партнеров. С возрастом число партнеров увеличивалось, у некоторых их число достигало 40 (см.: Семенов 1999). Но надо учесть, что бушмены – это охотники и собиратели, а у земледельцев и скотоводов степень дарообмена была существенно выше.

Однако взаимный обмен касался не одних только продуктов труда, а имел гораздо более широкое значение. «Пища, женщины, дети, имущество, талисманы, земля, труд, помощь, жреческие услуги, ранги – все является предметом передачи и возвращения», – писал, например, М. Мосс (цит. по: Гофман 1976: 117–118). Люди обменивались различными подарками, устраивали пиры, накопленные богатства очень часто раздавались. Это усиливало межобщинные связи и в то же время нередко создавало соперничество между лидерами родов и племен. Это также вело к росту влияния и могущества вождей и администраторов, появлению постоянных или временных лидеров (см., например: Хазанов 1975: 112 и др.). Вместе с сельскохозяйственным производством стали расти неравенство и неравноправие, наметилось отделение власти от общества.

**Торговля и обмен на дальние расстояния.** В рамках зарождающейся Мир-Системы (то есть в районе Плодородного полумесяца Передней Азии) крупномасштабная по тем временам торговля, причем именно стратегическими и важными хозяйственными товарами, имела место довольно рано, уже с VIII тыс. (особенно с конца этого тысячелетия). Имеется достаточно много свидетельств о такого рода более или менее регулярных контактах. Помимо хозяйственной

<sup>2</sup> В некоторой мере эта система обмена подарками и ценностями сохраняется и в современной жизни. Так, люди делают своим знакомым подарки на свадьбы, рождения детей и прочие события, включая дни рождения и просто приглашения в гости, подразумевая, что в свою очередь получают от них подарки и угощения при соответствующем случае. И такие обычаи даже и сегодня заставляют людей больше работать и следовать определенным правилам.

важности подобных обменов следует отметить, что и система обмена информацией была достаточно интенсивной (см.: Гринин, Коротаев 2009a). Помимо трех главных ближневосточных центров (Загроса, Палестины и Анатолии) поддерживалась прямая или опосредованная связь с Северной Африкой и Туркменией (Ламберг-Карловски, Саблов 1992: 86, 95; о широких культурных связях этого региона, например в VII тыс. до н. э., см. также в работе Н. О. Бадера [1989: 228, 233, 262]).

Период VII тыс. до н. э. (в частности, период культуры докерамического неолита В [*PPNB*] в Сирии и Палестине) был временем существенного экономического и культурного развития в Сирии, Палестине, Иордании и на других территориях Ближнего Востока (например, в Малой Азии в районе Чатал-Хююка), когда возникло множество поселений, включая протогорода. Раскопки большинства из протогородов показывают, что под ними до этого периода не было культурного слоя, то есть они были основаны на материке (Ламберг-Карловски, Саблов 1992: 79). Особенно важно, что для этого времени по сравнению с предыдущим тысячелетием характерна гораздо более высокая степень культурного взаимодействия в распределении специфических ресурсов как предметов обмена (Там же). Например, в Иерихон поступали помимо обсидиана из Малой Азии многие другие материалы: бирюза – с юго-запада Синая, нефрит – из Северной Сирии, каури – с побережья Красного моря, а также средиземноморские раковины. Среди найденных привозных материалов есть также охра, малахит и гематит в виде брусков. Но основным материалом, служившим предметом оживленного торгового обмена на всем протяжении периода *PPNB*, был кремень (Там же: 79–80). В целом отмечается, что регулярное перемещение на большие расстояния материалов (например, обсидиана) на Ближнем Востоке, в Европе и в Мезоамерике возникает именно с периода формирования неолитических экономик (или непосредственно перед ним) (Webb 1974: 366; см. также: Clark 1966; Cobean *et al.* 1971; Dixon *et al.* 1968; Renfrew 1969; Ritchie 1968; Wright 1969). С Анатолийского плато обсидиан, пользовавшийся большим спросом для изготовления каменных орудий, широко распространялся по всему Ближнему Востоку, по крайней мере, уже в VII тыс. до н. э. (Ламберг-Карловски, Саблов 1992: 87; см. также: Маккуин 1983: 8). Вероятно, также торговали продуктами питания, кожей и текстилем (Ламберг-Карловски, Саблов 1992: 87).

В Европе во многих местах в несколько более позднее время в позднем неолите имели место массовые разработки в неглубоких шахтах кремня, далее происходила вторичная обработка камня и изготовление заготовок (см., например: Семенов 1968: 20–24). На этой основе возникла широкая «торговля» (обмен или дарообмен) кремнем и кремневыми изделиями, которые распространялись за многие сотни километров от мест добычи (см., например: Кларк 1953; Шнирельман 1988б: 109; см. также: Мартынов 2005: 109). Стоит также упомянуть о широком распространении обсидиана и украшений из раковин *Spondylus Gaederopus* (добываемых в Эгейском, Черном и Мраморном морях) в Юго-Восточной и Средней Европе (Кларк 1953: 242).

**Поселения и рост неравенства.** Число людей увеличивается в несколько раз, а сами коллективы порой приобретают весьма сложную структуру, складываясь иногда из десятков более мелких коллективов. Кроме того, во многих слу-

чаях оседлость стала гораздо выше, а поселки – более постоянными. Постепенно размеры поселений росли. Порой это уже были настоящие деревни в сотни человек, во главе которых стояли официальные (выборные, наследственные) или неофициальные администраторы, то есть просто чем-то выделяющиеся и заслужившие уважение и авторитет люди. К числу последних относились, например, так называемые бигмены, особенно распространенные в Меланезии и Новой Гвинее. Бигмен («большой человек») – это неформальный лидер, то есть человек, который стал руководителем не по праву рождения, наследования, должности, а благодаря собственным усилиям, добившись этого чаще всего активным трудом, раздачей богатства, организацией совместных общинных (деревенских) дел: пиров, торговли, каких-то экспедиций и т. п. Чтобы накапливать богатство, бигмены много работали и часто имели много жен, которых использовали и как рабочую силу (см., например: Sahllins 1963; Салинз 1999; Белков 1995; см. также: Куббель 1988б: 136 и др.; Service 1975: 74; Бутинов 1995; 1997). Большое количество жен означало еще и много детей, что усиливало трудовые и «политические» возможности бигмена, а также увеличивало число его родственных связей. Бигмены соперничали между собой за престиж, богатство, щедрость, удачливость, и это соперничество было одним из главных стимулов их активности.

Существенное значение для возникновения неравенства и преимуществ могло иметь также географическое (топографическое) положение населенных пунктов.

Важно понимать, что даже при наличии свободных земель поселения по разным причинам располагались с разной плотностью. Например, в некоторых районах Амазонии, в частности у индейцев яномама, деревни в центральной части их территории располагались более тесно, чем на периферии, что вело к более частым и интенсивным войнам между поселениями в центре, чем на окраинах. И это явилось одной из причин, почему центральные деревни стали более крупными, а лидеры там – более могущественными: более крупные поселения имели преимущества при нападении и обороне (см.: Carneiro 1970; Карнейро 2006б). Неравенство могло возникнуть и в результате особого месторасположения города, деревни или даже домовладения. Так, преимущество расположения некоторых домохозяйств у реки давало им особые выгоды в торговле на реке Конго (Vansina 1999), а близость деревень Шри-Ланки к источникам воды позволяла выращивать больше риса и эксплуатировать труд более бедных деревень, вынужденных отработывать за воду (Gunawardana 1981).

В результате увеличения размеров родов и общин между ними появлялось неравенство, образовывались более и менее богатые и влиятельные коллективы и корпорации. Главы последних тем самым приобретали большую власть и значительные возможности. В более выгодном положении находились те кланы, линиджи, общины и союзы (тайные или легальные), во главе которых стояли более крупные администраторы. В руках последних могло сосредотачиваться достояние ряда коллективов, в частности они распоряжались урожаем с общих полей. Хотя кое-где могла существовать и коллективная обработка земли, но общая тенденция развития видится как переход к посемейной обработке земли. Однако земель обычно по-прежнему распоряжалась родственная или общинная группа. Имущественно-хозяйственное значение такого коллектива как собственника и

распорядителя общих угодий, а иногда и богатства в целом даже возрастает. И это могло вести к напряжению между семьей и общиной (родом). Так было, например, у многих общин папуасов Новой Гвинеи (см. об этом: Бутинов 1968б: 132; 1980: 110–143).

Возрастает значение войн по различным мотивам, особенно с целью грабежа и обогащения. Война, кроме того, стала источником приобретения рабов или средством пополнения населения.

Вооруженные столкновения между различными группами, по-видимому, столь же стары, как и существование обществ, хотя вопрос о том, можно ли называть такие стычки охотников и собирателей между собой войнами, является дискуссионным, как, впрочем, и вопрос о причинах первобытных войн (см., например: Harris 1991; Lorenz 1966; Brown 1987; Keeley 1996; Лоренц 1994). Но хотя споры о том, были ли первобытные общества (по сравнению с цивилизованными) более мирными или, напротив, более агрессивными, являлись ли первобытные войны вполне реальными и достаточно кровопролитными или в основном ритуальными, все еще имеют место (анализ взглядов см., например: Keeley 1996), все же представляется вполне правдоподобным, что в целом (в тенденции) войны среди охотников-собирателей были несколько более редким явлением, а у ряда народов, в частности у некоторых групп эскимосов, андаманцев и др., по мнению некоторых авторов (Lesser 1968: 94), и вовсе отсутствовали. Также наблюдается взаимосвязь между экстремальными условиями существования и низким уровнем агрессивности (см.: Казанков 2002). Поэтому бродячие охотники-собиратели, которые живут в экстремальных условиях, относятся к относительно миролюбивым обществам. Говоря словами М. Харриса, любой антрополог может перечислить добрую дюжину «первобытных народов», о которых сообщается, что они никогда не вели войн (Harris 1991). Правда, таких «миролюбивых» народов и среди охотников-собирателей было меньшинство, а большинство последних, известных современным наблюдателям, практиковали определенные формы вооруженных межгрупповых столкновений, в которых отряды воинов сознательно пытались убить друг друга. В Дивале, в частности, выделил 37 таких групп (*Ibid.*). И все же среди «цивилизованных» народов вряд ли удастся назвать хотя бы три общества, о которых можно сказать, что они никогда не вели войн.

В период после начала аграрной революции и формирования варварских обществ роль войн существенно возрастает, а во многих случаях они становятся непрерывными. Этому могло способствовать, по мысли К. Р. Холлпайка, то, что варварские общества, порой вовлекаясь в военные действия, не всегда способны остановиться, так как, не имея центрального правительства, они не могут договориться о прекращении борьбы, поскольку для любой группы прекратить защищать себя означало бы самоубийство (см.: Keeley 1996). Действительно, например, длительная, продолжающаяся десятилетиями кровная месть между родовыми группами также не всегда может быть прекращена, в нее проще окататься вовлеченным, чем выйти из этой ситуации.

Несколько факторов способствовали росту роли и ожесточенности войн. Во-первых, увеличение численности населения, во-вторых, сельскохозяйственный ритм позволяли иметь мужчинам больше времени для войны, поскольку сельским хозяйством (в отличие от охоты) могли заниматься женщины, а запасы продовольствия были на порядок выше, чем у охотничьих обществ. В-третьих,

войны получили экономический смысл, так как позволяли отобрать богатство (включая и запасы еды). Таким образом, тесная связь произошедших технологических перемен (включая изобретение лука и других орудий убийства) и возрастания роли войн налицо.

Формирование любого принципа производства начинается в новых (технологических или географических) условиях, поскольку новый сектор обычно более свободен от груза старых отношений, менее опутан старыми традициями, чем прежние занятия (см., например: Шнирельман 1986: 356). В результате перехода к земледелию и скотоводству в целом люди стали работать больше, чем раньше, а производитель был сильнее заинтересован в результатах своего труда, хотя уравнительность чувствовалась еще довольно сильно, особенно в связи с жесткими обязательствами по отношению к родственникам. Пути устранения трансформировавшегося противоречия, связанного с уравнительностью, заключались достаточно часто в фактическом присвоении так называемой родовой знатью права распоряжаться родовой собственностью (*знать* – это те, кто, согласно определенным идеям, имел преимущества в родовой иерархии по праву рождения от тех или иных родителей и происхождения от заслуженных предков, например первопоселенцев в определенной местности). Так или иначе, усиливалось неравенство, учащались случаи отчуждения продукта у соседей, происходил слом родовых и общинных обычаев. И в конце концов это реализовывалось в создании стратифицированного общества, а позже – в переходе к государственности.

**Первичный политогенез и появление первых политий.** Население связанных родственным принципом коллективов разрасталось в нечто вроде племен, но они были еще очень аморфными, и их обычно не возглавляли руководители. Однако кое-где появлялись и более сплоченные племена во главе с наследственным вождем. Это существенно изменяло структуру общества. «Племенная структура только сегментарна, а структура вождества еще и пирамидальна», – говорит по этому поводу М. Салинз (1999: 208). Иными словами, племя состоит из нескольких частей (сегментов), ни одна из которых не подчинена другой, поселения автономны, самоуправляемы или вовсе никем не управляемы (см., например: Эванс-Причард 1985). Отношения между этими частями поддерживаются горизонтальными (обменными, торговыми, участием в обрядах и поддержании традиций), родственными, возрастными и иными связями. По мере роста населения усиливалось дробление родов на части (сегменты), которое нередко выражалось в пространственном их разделении. Иными словами, сегментация часто была связана с нехваткой ресурсов в связи с увеличением населения. Однако действовали и другие факторы: усиление внутренних конфликтов и противоречий, желание уменьшить напряженность в обществе, амбиции лидеров, стремление к самостоятельности (см., например: Шнирельман 1986: 362–364). М. Салинз (1999) подчеркивает, что обычно расколы и разделения происходили еще до того, как ресурсы оказывались полностью исчерпанными, потому что люди хотели жить свободнее и проще. Но так или иначе, в зависимости от величины коллективов их структура усложнялась нередко до 3–4 уровней сегментации и даже больше (Шнирельман 1986: 363). Средняя величина минимальных единиц была 50–100 человек.

Племя объединяется редко, обычно для военных действий, больших праздников или общих дел, включая коллективные посвящения юношей, совместные работы, судебные дела.

Иное дело – вождество<sup>3</sup>. Оно имеет иерархическую структуру, поскольку вождь объединяет вокруг своего поселения несколько других, и возникает как бы двухуровневая структура управления. Население простого вождества располагалось в интервале от нескольких сотен до нескольких тысяч человек. Но имелось большое разнообразие и в формах вождеств, и в положении вождя в них. Иногда в таком небольшом вождестве был только один вождь, стоявший во главе нескольких поселений, которые возглавляли люди не вождеского ранга, или в деревне вовсе не было постоянного руководителя. Но часто каждое поселение (территория) подчинялось собственным местным вождям, а сами они – вождю более высокого уровня (старшему, верховному). И в том и в другом случае возникал своего рода центр, главное поселение. Так появлялась и пространственная структура политики.

Но иногда вождество образовывалось в одном (крупном) поселении, в котором были представлены разные кланы. Примером могут служить индейцы чероки (территория штата Оклахома на юге США). В начале XVIII в. при общем населении в пределах от 10 до 20 тыс. человек они образовывали от 30 до 40 поселков. В каждом проживало в среднем 400 человек, представлявших все семь черокских родов. Каждая такая община была независимой и возглавлялась вождем-первосвященником, власть которого основывалась на его авторитете и ограничивалась советом представителей родов (Service 1975: 140–144).

Нередко одно племя могло быть разбито на два и более вождеств или, наоборот, вождество включало в себя более чем одно племя. Нередким был случай, когда имелось сразу два вождя, например мирный и военный, или вожди правили только часть года по очереди (см., например: Гуляев 1976: 201). У тех же чероки помимо мирного сакрального вождя был и военный. Причем по мере развития общества между ними усилился антагонизм. И в результате в конце XVIII в. в период войны за независимость США среди чероки произошел раскол (Service 1975: 145–146).

Иными словами, типы политий, во главе которых стоял вождь (вожди), очень сильно различались. На одном полюсе этого типа политий – самовластный вождь, способный накладывать табу на все что угодно, карать и миловать подчиненных, с непререкаемым сакральным и иным авторитетом и твердо установившейся традицией передачи власти по наследству. Но такие вожди были обычно в сложных вождествах вроде гавайских (Service 1962; 1975; Earle 2011; Grinin 2011a). На другом полюсе – вожди, подобные вождям канадских индейцев *кри*, вся сила которых сосредотачивалась «на кончике их языка» (Service 1975: 51), то есть которые могли лишь с помощью красноречия убедить в чем-то соплеменников. В одних случаях наследование шло от отца к сыну, в других – вождя выбирали, а если у сына и были преимущества, то он должен был их до-

<sup>3</sup> О типах вождеств и вождествоподобных обществ, конфедерации вождеств см.: Гринин, Коротаев 2012; 2013a; Grinin, Korotayev 2011; 2012; Grinin 2011a; Claessen 2011; Earle 2011; Lozny 2011; Drennan *et al.* 2011; Gibson 2011. О типах племен, определении племени, особенностях племенных объединений см.: Гринин 2009a; Grinin, Korotayev 2011.

казывать. В связи с этим часто сыновья должны были совершить какие-то выдающиеся деяния, так как предполагалось, что будущий лидер – это тот, кто лучше других мог физически и психологически пройти испытания (см.: Калинина 2011: 66). Именно поэтому, по древнегреческой легенде, Язон отправился за золотым руном, чтобы стать правителем города Иолка, хотя имел на это законное право. У тунгусов (как, впрочем, и у многих других народов) выбирали не только военного и хозяйственного вождя, но и главного шамана – на общем собрании рода сухлэн из числа самых «удачливых» и заслуживающих уважения членов рода (Савинов 2011: 70). При этом перед избранием будущий военный вождь проходил очень жесткие испытания (в два этапа). Сначала он должен был перепрыгивать через натянутый между деревьями аркан и одновременно увертываться от стрел, выдерживать осаду в чуме, рубиться на мечах, бежать от преследования на дне лодки и верхом на олене. На втором этапе то же самое надо было уметь делать с завязанными глазами: в частности, по звуку узнать направление полета стрелы, рубиться на мечах вслепую и т. д. (Там же: 71). Где-то для того, чтобы быть вождем, могло быть недостаточно только личных качеств (силы, смелости, удачливости), требовалось еще и лидерство в плане богатства и сакральной силы (см., например: Марсадилов 2011).

В одних случаях народ был полностью отстранен от участия в общих делах, в других он был активным участником<sup>4</sup>. Также различной была и структура управления. В частности, со времен Л. Моргана и Ф. Энгельса разрабатывалось понятие военной демократии (в советской науке ему уделялось большое внимание). Но такая система означает наличие народного собрания, совета и вождя, тогда как в строго трактуемом вождестве никакого собрания и совета нет, а есть вождь и его окружение. Неудивительно, что одни исследователи считают военную демократию вождеством, а другие – нет (см.: Крадин 1995б).

В пользу вождя выполнялись некоторые повинности, ему делали подарки. В простых вождествах повинности и обязанности в отношении вождя обычно были не тяжелыми. Мало того, вождь и сам должен был постоянно что-то раздавать своему «народу». Впрочем, утяжеление повинностей приводило к тому, что этот «народ» мог просто разбежаться. Достаточно обременительные или в самом деле тяжелые повинности могли существовать в крупных и сложных вождествах, которые, мы считаем, следует рассматривать уже как аналоги ранних государств. Вождь также мог сосредотачивать в своих руках торговлю или другие престижные занятия. Люди часто верили, что такой вождь обладает особой сакральной силой.

Вождество ретроспективно можно считать магистральным путем развития политогенеза. Это был огромный шаг вперед в плане развития не только политической организации общества, но и всей социальной эволюции. Однако правомерно рассматривать многие племена не как предшествующую вождеству ступень, а как реальную его альтернативу, как аналоги простого, а в некоторых случаях и сложного вождества (см., например: Крадин 1995а; Коротаев 1995а; Березкин 1995а; 2000; Гринин, Коротаев 2009а; 2012; 2013а; Grinin, Korotayev 2011). Но следует помнить о расплывчатости понятия «племя» (Гринин 2011а;

<sup>4</sup> В горных обществах последнее было более распространено по причинам менее развитой иерархии и большей независимости горцев (см. о народах Кавказа, например: Карпов 2011).

Grinin, Korotayev 2011; Гринин, Коротаев 2012; 2013а). Помимо племен были и другие альтернативы и аналоги вождества, например межплеменные тайные союзы (см., например: Куббель 1988а: 241; Гринин 2011а; Grinin, Korotayev 2011), некоторые крупные поселения (или несколько населенных пунктов) во главе с неформальным вождем бигменского типа, сложная структура возрастных слоев, которая позволяла создать прочные горизонтальные связи между отдельными общинами внутри племени и между родственными племенами (о роли такой возрастной системы у некоторых племен нага в горной Северо-Восточной Индии см., например: Маретина 1995: 83; см. также: Калиновская 1976; Геннеп 2002[1909]).

По мере развития производства, обмена и увеличения плотности населения возникали и более крупные поселки, в которых жили многие сотни, иногда – тысячи человек (см., например: Александренков 1976: 145; Шмаглий и др. 1977: 12). Возникали и города, хотя это достаточно неопределенное понятие для древних эпох (Гуляев 1977; Кирчо 1977). Во главе такого «города» мог стоять вождь, князь или «царь», но большую роль играли органы самоуправления, вроде древнерусского веча; были также и полностью демократические самоуправяемые общины. Словом, существовало большое разнообразие форм (см. подробнее: Гринин, Коротаев 2009а: гл. 6). При этом далеко не все определялось рельефом местности или типом хозяйства. В одном и том же регионе у этнически родственных племен рядом сосуществовали и классические вождества, где волю вождя воспринимали как закон, и поселения с демократическим самоуправлением старших членов общины. Так было, например, среди упомянутых выше нага в Индии (см.: Маретина 1995; см. также о народах Кавказа: Карпов 2011).

В обществах, где аграрная революция завершилась или были достигнуты аналогичные ей результаты, в итоге завоеваний или по другим причинам вождества объединялись, образуя так называемые **сложные вождества** с населением порой в десятки тысяч человек. В некоторых вождествах объединялось до ста населенных пунктов (см., например: Карнейро 2000: 90; Александренков 1976: 141; Гринин 2011а; Grinin 2011а; Grinin, Korotayev 2011). Верховные вожди здесь все более напоминали царей и королей. В результате их деятельности по аккумуляции благ закладывался материальный базис, без которого государство не могло возникнуть. Но и у таких вождеств могли быть аналоги. Ими были крупные конфедерации или федерации племен. Нередко, однако, низовая структура представляла своего рода вождество, а верхняя – совет племени без постоянного лидера (совет вождей или старейшин). Такова была структура племен у ряда индейских народов. Такой же в общем она была и у ирокезских племен, где родовые коллективы возглавляли родовые старейшины (сахемы), входившие в совет племени. Но в ирокезской конфедерации был еще высший уровень управления – совет Лиги, где были представлены родовые вожди каждого племени (общей численностью 50 человек [см.: Фентон 1978: 122]) и где требовалось единодушие при принятии решений. Но были и конфедерации безвождеских общин или с чисто номинальной властью вождя, в том числе у горцев (см., например: Агларов 1988; Коротаев 1995б; Гринин 2011а).

В вождествах появлялись формальные лидеры-вожди, в аналогах вождеств (и даже в стадийно предшествующих им образованиях типа бигменских об-



щин) выделялись неформальные лидеры по самым разным направлениям: военному, сакральному и магическому, торговому и ремесленному. Часто такой лидер и тем более вождь в вождестве выполняли целый комплекс обязанностей или ролей: сакральную, организаторскую, торговую и т. п. (Белков 2000; Service 1975: 87). Лидерство обязательно связано с появлением группы сторонников, соратников, приспешников, помощников, поддерживающих лидера нахлебников, слуг и т. п. Эти группы формировались из соплеменников и примкнувших из других коллективов искателей легкой жизни или приключений, родственников, наемников, рабов. Нередко формировались военные дружины. Так зарождался будущий военный и административный аппарат, начиналось отделение власти от населения. Во многих негосударственных обществах (и долгое время в государствах) была распространена система «патрон – клиент» (см., например: Service 1975: 82), которая заключалась в том, что вокруг лидера, господина, покровителя, собственника, аристократа – патрона возникал круг в разной степени зависимых от него людей (нуждающихся в защите, переселенцев, арендаторов, должников и т. п.) – клиентов.

### **3.3. ЗАВЕРШЕНИЕ АГРАРНОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ПЕРЕМЕНЫ В ОБЩЕСТВЕ**

**Завершающая фаза аграрной революции. Ее варианты, связанные с особенностями природной среды и техники.** Завершающая фаза аграрной революции начинается примерно в конце IV тыс. до н. э. (5300/5000 лет назад), а заканчивается в масштабах ядра Мир-Системы (то есть на Переднем Востоке и в некоторых местах Средиземноморья) в середине II тыс. до н. э. (то есть 1500 г. до н. э.). В других регионах (в частности, в Европе) она растянулась до начала I тыс. до н. э. и даже позже (что было связано с распространением железа; подробнее об этом будет сказано ниже). Таким образом, период между начальной и завершающей фазами аграрной революции, составляющий собственно ее среднюю «модернизационную» фазу, был очень длительным. Модернизационная фаза, как мы видели, насчитывала тысячи лет и длилась в интервале от 8 тыс. лет до н. э. до примерно 3,5 тыс. лет до н. э. Появление государства должно связываться именно с завершающей фазой аграрной революции<sup>5</sup>. Интенсивное земледелие связано в первую очередь с зерновыми культурами. Этот период обусловлен формированием системы земледелия, которая позволяла резко повысить либо выход продукции с единицы площади эксплуатируемой территории, либо производительность труда, особенно в критически важные периоды работ. В частности, применение плуга позволяло обработать за критически значимый период вспашки (когда, по известному выражению, «день год кормит») значительно большую площадь, чем при ручном земледелии. Особенно это было важно для умеренного пояса с более резко выраженной сезонностью.

Отметим, что завершающая фаза аграрной революции во многих местах привела к объединению земледелия и животноводства (как в плане вспашки на

---

<sup>5</sup> Еще раз подчеркнем, это полностью опровергает аргументы тех, кто, подобно Э. Геллнеру, считает, что тесную корреляцию между появлением государства и аграрной революцией якобы не подтверждает слишком большой перерыв между началом перехода к производящему хозяйству и временем появления государства (см.: Геллнер 1991: 240; Gellner 1984: 115). Именно в результате завершения аграрной революции создались предпосылки для образования государства. Об этом также шла речь в *Главе 1*.

животных, так и в плане использования удобрений в виде навоза, а также и в том отношении, что животных постоянно или в особых случаях можно было кормить плодами растениеводства). И это в целом характеристика завершающих фаз производственных революций должна: а) вести к созданию новой системы технологий на базе отдельных направлений; б) открывать более широкий путь к новым процессам. В отношении аграрной революции – это прежде всего путь к постоянному разделению труда и росту обмена на этой базе.

Разнообразие перехода к интенсивному земледелию можно свести к двум основным вариантам, значительно различавшимся не только по природным условиям и районам их использования, но и по времени начала их внедрения.

**Первый вариант завершения аграрной революции** представлял переход к орошаемому земледелию, и решающим фактором в этом случае выступала ирригация. Однако теоретически важно отметить, что в районах больших рек и мягких почв для перехода к поливному земледелию, которое и было основой для появления государств и цивилизаций, каких-то специальных новых орудий труда или техники, например основанной на применении металлов, в целом не требовалось. Мало того, иногда собственно техника была совершенно примитивной. Решающим фактором совершения второго этапа аграрной революции в этом случае выступали не орудия труда, а ирригационная технология, использование которой позволяло ввести в оборот плодородные земли либо значительно повысить урожайность. Впервые такой переход к крупномасштабному орошаемому земледелию случился на юге Месопотамии и в долине Нила в конце (возможно, в середине) IV – начале III тыс. до н. э. Результаты оказались поразительными, очень быстро происходили и социальные изменения. Так, на рубеже IV и III тыс. до н. э. «шумеры начали получать со своих полей сказочные по тем временам урожаи. Благосостояние общин быстро росло, одновременно росла концентрация населения к культовому центру всей округи, тяготевшей к каналу» (Дьяконов 1983: 110). В результате переселение жителей из мелких деревень под стены центрального храма всей округи стало характерным процессом для этого периода.

Орошение позволяет радикально повысить выход продукции с единицы площади эксплуатируемой территории как за счет большей урожайности, так и иногда за счет возможности собирать два или даже три урожая в год с одного и того же участка. Так, по некоторым данным, применение искусственного орошения в Древней Южной Месопотамии дало возможность собирать два урожая в год, а масса зерен злаковых растений в зонах орошения Южного Двуречья вдвое превосходила массу зерен аналогичных сортов более северных районов (Массон 1989: 56)<sup>6</sup>.

Таким образом, *главным в этом случае было изобрести технологию крупномасштабного орошения и/или использования силы разлива рек*. Усовершенствование техники имело важное, но все же дополнительное значение. Технический

<sup>6</sup> Однако в долгосрочной перспективе производительность труда в ирригационном хозяйстве уже не росла так заметно, и даже нередко имеет тенденцию падать с течением времени из-за возрастающего демографического давления, уменьшения обрабатываемой площади на одного работника и убывающей отдачи от вложений труда (в том числе и за счет ухудшения почв, например их засоления). Но такое падение производительности труда могло компенсироваться увеличением средней продолжительности рабочего дня, в том числе за счет увеличения количества рабочих дней в году (см., например: Boserup 1965; Коротаев 1989; 1991a; Гринин, Коротаев 2009a).

рост в зонах ирригационного земледелия связан с появлением поливных устройств (см. ниже), примитивного рала (прообраза плуга) и упряжки волов. Именно это изобретение стало важнейшим связующим звеном между зонами крупномасштабного поливного земледелия и зоной неполивного земледелия в других регионах. Но об этом будет сказано далее.

Несомненно, первые плуги и упряжки стали большим шагом вперед. Первичные пахотные орудия в Египте и Южной Месопотамии, тем не менее, согласно некоторым исследователям, не могли заменить мотыги и более того – не могли использоваться без предварительной обработки участков мотыгами: соответствующие изображения имеются в раннединастическом Египте (Шнирельман 1988б: 21; см. также: Андрианов 1978: 95–96). При этом широкое распространение каменных мотыг в Месопотамии происходило одновременно со становлением пашенного и ирригационного земледелия (Шнирельман 1988б: 21).

С. Н. Крамер (1965: 95–99) приводит строки из древнешумерского произведения в жанре *диспута* с характерным названием «Спор между Мотыгой и Плугом», из которого выясняется, что шумерская мотыга, во-первых, была представлена не одним, а многими видами, а во-вторых, она была поистине универсальным орудием, чье «рабочее время двенадцать месяцев» в году. «Я иду впереди тебя, Плуг, на поле, разрыхляю для тебя открытые поля, выравниваю для тебя борозды рвов, убираю перед тобой комья и корни с поля, приготавливаю поле для (твоей) работы», – говорит Мотыга, из чего вытекает, что перед пахотой плугом необходимо было выполнить большую работу по ее подготовке именно мотыгой. Иными словами, шумерский плуг, даже запряженный в упряжку из шести быков, еще не был полностью самостоятельным орудием. По этому поводу Б. В. Андрианов (1978: 95) заключает, что в этот период плуг только начинал входить в хозяйство наиболее зажиточной части населения Шумера, тогда как мотыга была универсальным орудием, особенно у бедной части населения.

Здесь следует обратить внимание на важную закономерность между начальной и завершающей фазами производственной революции (о ней подробнее сказано в Главе 6). Уже на начальной фазе возникают направления, которые станут ведущими на завершающей фазе. Но при этом, во-первых, такие в будущем прогрессивные формы на начальной фазе не играют важной роли, а во-вторых, нет прямой преемственности между ними и будущими ведущими формами завершающей фазы. В отношении аграрной революции сказанное важно для анализа ирригационного земледелия. Воду ручьев и прудов издавна использовали в земледелии для орошения, но такое использование было ограничено небольшими прибрежными участками. Совершенно по-иному развивалась ситуация с широкомасштабной ирригацией, с появлением которой можно говорить о начале завершающей фазы аграрной революции. Такая ирригационная технология возникла в районах крупных рек, то есть там, где земледелие стало практически возможным только после того, как люди научились рыть каналы и запасать воду на засушливый период.

**Второй вариант завершения аграрной революции** был связан с появлением металлических орудий труда, прежде всего плуга с железной рабочей частью, что позволило обрабатывать большие площади и вводить в хозяйственный оборот более твердые почвы. До этого во многих местах прежде всего использова-

лись легкие почвы, которые можно было обрабатывать орудиями типа примитивного рала. При изменении климата с более сухого, когда в легкой почве требовалось удерживать влагу, на более влажный, когда на тяжелых глинистых почвах требовалось осушение, значение такого плуга с железной рабочей частью возросло (см.: Кларк 1953: 113).

Этот вариант завершающей фазы аграрной революции был распространен в зонах неполивного земледелия. Сам принцип пашенного земледелия, как уже было сказано, распространился по Мир-Системе из ее ближневосточного центра, но во многих периферийных областях плуг был существенно усовершенствован. Этот вариант второго этапа аграрной революции был распространен в зонах неполивного земледелия. С переходом к неорошаемому плужному земледелию мог наблюдаться рост производительности труда при обработке земли, так как благодаря использованию тягловых животных за тот же период времени один человек был способен обработать гораздо больше земли, чем употребляя только собственную энергию при ручном (мотыжном) земледелии<sup>7</sup>. Кроме того, это позволило в дальнейшем ввести в сельскохозяйственный оборот более твердые или тяжелые почвы (в частности, суглинки и глины [см. подробнее: Там же: 112–114]).

Отметим, что выход продукции с единицы площади эксплуатируемой территории при такой «механизированной» обработке земли мог быть и меньше, чем при ручном земледелии, за счет худшего качества обработки. В дальнейшем – то есть при усовершенствовании и той и другой модели перехода к интенсивной фазе аграрной революции – в качестве генеральной линии развития выступала линия конвергенции повышения производительности труда и выхода продукции с единицы площади. В случае орошаемого земледелия это выразилось в изобретении первичного плуга (рала) и использовании упряжных животных для вспашки, а в случае плужного неорошаемого земледелия – в искусственном удобрении земли (навозом и другими способами) и более тщательной ее обработке, что стало гораздо более реальным для земледельца после изобретения тяжелого, тем более колесного плуга (в Италии последний стал известен в I в. н. э.). В частности, в Западной Европе в отдельные периоды Античности, а в Средневековье – начиная с первых веков II тысячелетия применялась многократная вспашка земли, иногда даже до 8–9 раз (см., например: Сказкин 1968: 19, 144)<sup>8</sup>.

**Развитие железной металлургии.** Выплавка железа эпизодически производилась еще в III тыс. до н. э., но реально процесс получения низкосортной стали был освоен где-то в середине II тыс. до н. э., вероятно, в Малой Азии (см., например: Зворыкин и др. 1962: 43; Чубаров 1991: 109; Черноусов и др. 2005: 136). Особое распространение железная металлургия получила в государстве хеттов, которые охраняли свою монополию. Но сама технология производства железа была еще достаточно примитивной. Падение Хеттского царства во II тыс. до н. э. в процессе борьбы за политическую гегемонию в Передней Азии

<sup>7</sup> Например, по вычислениям французского экономиста Д. де Ламалля, в гомеровской Греции плуг с упряжкой в два вола распахивал в день одну треть гектара глубиной 25 см (см.: Сергеев 2002: 111). В разных местах, периодах и при разной конструкции пахотных и ручных орудий обработки почвы пахотные орудия могли быть производительнее ручных от 1,5 до 75 раз (см., в частности: Шнирельман 1988б: 21, со ссылкой на эксперименты С. А. Семенова).

<sup>8</sup> Однако в XVIII песне «Илиады» Гомер описывал «гучную пашню, трижды взрыхленную плугом» (ст. 541).

(об этой борьбе см.: Frank, Gills 1993; см. также: Chase-Dunn *et al.* 2010; Grinin, Korotayev 2014c) положило конец этой монополии и открыло возможность для вывоза железа и распространения технологий его производства и обработки (Граков 1977: 17; Гиоргадзе 2000: 122–123; Дьяконов 2004: 400; Брей, Трамп 1990: 82). В начале I тыс. до н. э. и особенно в его первой половине железо уже широко распространилось по всему Ближнему Востоку и в Европе (Чубаров 1991: 109, 114; Граков 1977: 21; Колосовская, Шкунаев 1988: 211–212; Дэвис 2005: 61; Златковская 1971: 47). В частности, Греция уже в X в. до н. э. стала одним из ведущих очагов индустрии железа в пределах Восточного Средиземноморья (Андреев 1988: 221).

**Роль техники в интенсификации сельского хозяйства и переходе к цивилизации и государству.** Итак, в районах ирригационного земледелия техника в узком смысле слова (особые орудия труда) играла меньшую роль при переходе к интенсивному земледелию. Хотя, повторим, в самом конце завершающей фазы аграрной революции техника и использование нового вида энергии в Старом Свете в районе первых цивилизаций все же появляются в виде примитивного плуга (рала), использования для пахоты ослов и быков (с применением ярма) примерно 5000–5500 лет назад (см., например: Чубаров 1991; Шнирельман 1988b; Краснов 1975; Брей, Трамп 1990: 195; Липс 1954: 117; Безрукий, Макеев 1984: 7–8), хотя само по себе рало, возможно, имеет и более древнюю историю (см., в частности: Шнирельман 1988b: 22). В целом вопрос о том, где и когда появились древнейшие пахотные орудия, какой они имели облик и насколько были производительными, остается остро дискуссионным (см., например: Шнирельман 1988b; 1989a; 1989b; см. также: Семенов 1974).

Иногда утверждают, что в отличие от рала, все существенные элементы которого расположены симметрично, плуг – асимметричное орудие. Глыба земли, которую он подрезает по горизонтали, с одной стороны шире и больше, чем с другой (см., например: Сказкин 1968: 17). Однако это не совсем точно. Асимметричные плуги, конечно, более совершенны, поэтому и появляются позже. Но были тяжелые симметричные плуги, которые разваливали борозду на две части, как, например, на Руси в XIII в., а весьма возможно, и много раньше, начиная с IX–X вв. (см., например: Кочин 1965: 45–46). Соха с железным сошником, особенно в более близкое к нам время, например в XVIII в., представляла собой достаточно хитроумное приспособление, позволяющее, как и плуг, валить вспаханную сошником землю на одну сторону, менять глубину вспашки. Это было важно в нечерноземных районах, позволяло прокладывать новую борозду рядом с уже сделанной, не теряя время на заезды и т. д. (см., например: Милов 2001: 77–79). Не случайно соха на Руси появляется позже плуга (см., например: Кочин 1965: 45–46).

В другом же случае лишь с появлением упряжных животных и плуга с железной рабочей частью во многих областях Европы, Азии и Северной Африки мог совершиться второй этап аграрной революции. И только с ним туда пришла цивилизация. Хотя уже медный топор, по экспериментальным данным С. А. Семенова (1968), втрое сокращал затраты труда при рубке деревьев, однако широкомасштабное распространение пашенного земледелия в зоне лесов могло начаться только с появлением железного топора.

В условиях масштабного ирригационного сельского хозяйства собственно появление цивилизации и государства в Египте и Междуречье не было жестко связано ни с изобретением плуга, ни с использованием тягловых животных.

Тот факт, что государства и цивилизации в Новом Свете существовали без них многие века, вполне доказывает данное утверждение. Иными словами, как появление государства, так и развитие первичной урбанизации в районах речных долин и мягких аллювиальных почв при высокой урожайности могут проходить *в принципе* на базе примитивных деревянных орудий труда и без упряжных животных, только с использованием широкомасштабной технологии ирригации или селекции (применительно к инкам см., например: Кузьмищев 1985: 126).

Но то, что могло произойти на Ближнем Востоке на базе простых неметаллических орудий труда (появление государств, цивилизаций и городов, а затем развитых государств и их аналогов), в других местах (в частности, на большей части территории Европы, Африки и Азии) было невозможным. Ведь природные условия с относительно легко возделываемыми, плодородными, доступными для орошения почвами (где вполне эффективное и достаточно интенсивное земледелие оказывалось возможным без использования металлов) были ограничены. Здесь для получения тех же эволюционных результатов нужен был уже совсем иной уровень технического развития, в частности требовалась металлургия железа. Можно согласиться с И. М. Дьяконовым (1994: 13), что появление металлического лемеха для сохи и стального топора действительно привело к изменению системы организации производства и в конечном счете к территориальному распространению цивилизаций (см. также: Мартынов 2005: 112).

Только с появлением упряжных животных и плуга с железной рабочей частью на большей части территории Европы и во многих областях Азии и Северной Африки мог совершиться второй этап сельскохозяйственной революции. И только с ним туда проникла цивилизация, как во многие африканские общества она пришла с железной мотыгой, которая, по выражению Дж. Саттона (1982: 131), означала процветание (см. также: Шинни 1982; Куббель 1982б; Sellnow 1981; Шнирельман 1988б: 13). В более тяжелых природных условиях, например в Африке, именно распространение тяжелого мотыжного труда даже с учетом появления железной мотыги существенно сдерживало развитие государственности. Только с железными орудиями труда, в частности с плугом и топором с железными рабочими частями, смогло развиваться эффективное земледелие в долине Ганга (Шарма 1987: 363; Шнирельман 1988б: 13).

В отношении же развитых государств (см. ниже) второго поколения, то есть появившихся после изобретения железа, можно заметить, что для них плужное (либо его эквивалент – сошное и т. п.) земледелие с железной рабочей частью – практически обязательное явление. Вовсе не случайно распространение колесного плуга в I в. н. э. совпадает по времени с формированием развитого государства в Римской империи. В чем-то аналогичные явления характерны и для процесса формирования развитого государства в Китае. Также не случайно широкое применение тяжелого плуга и усовершенствования в обработке почвы в

XII–XIII вв. в Западной Европе совпадают с началом процесса перехода там к развитым государствам. То же самое можно сказать и о России.

Таким образом, *в целом (но не в каждом обществе) самым главным для перехода к новому уровню развития производства, на котором могли возникнуть цивилизации и государства, был или путь искусственного орошения, или, образно говоря, путь «механизации», то есть использование плуга с металлическим (особенно железным) лемехом и упряжных животных*. Но местных вариаций совершения второго (как и первого) этапа аграрной революции было много, где-то могло пройти даже три этапа, а где-то достаточно было и одного. О двух фазах аграрной революции идет речь в широком эволюционном, мир-системном масштабе.

Есть смысл отметить и другие варианты. Во-первых, повышение урожайности может достигаться разными путями. В некоторых регионах, например Центральной и Южной Америке, переход к такому интенсивному земледелию происходил через селекцию (нередко неосознанную) более урожайных сортов культурных растений, а также в ряде мест благодаря использованию органических удобрений (птичьего помета – гуано). Во многих районах Африки, где традиционное земледелие оставалось палочно-мотыжным, для интенсификации применялись также специальное трудоемкое грядочное земледелие, смешанные посевы, чередование посевов и другие технологии (см.: Шнирельман 1988б: 24). Повышение производительности труда также достигается разными путями, например за счет разделения труда, повышения квалификации работников. Во-вторых, в ряде мест, например в Африке, существовала комбинация железных орудий и ручного труда. Металлическая мотыга как основное орудие обработки почвы под посев (и не только) засвидетельствована и в ряде ранних государств Евразии. Но вообще следует иметь в виду, что существовало большое разнообразие орудий труда для обработки почвы под посев. Причем во многих случаях выбор таких орудий определялся тем, что археолог А. И. Мартынов называет *действием закона рациональности*, то есть этот выбор зависел от того, что люди считали наиболее рациональным в конкретной экологической и экономической ситуации (см.: Мартынов 2005: 112). В-третьих, в ряде районов, включая некоторые части Европы, распространение подсеčno-огневого земледелия произошло в условиях господства неолитической техники (Шнирельман 1988б: 13).

**Процесс разделения труда.** В ходе завершающей фазы аграрной революции происходит важное общественное разделение труда: выделяются в самостоятельные отрасли скотоводство, ремесло и торговля, начинается урбанизация (см. подробнее: Гринин, Коротаев 2009а; Коротаев, Гринин 2010). При этом процессы углубления разделения труда продолжают в выделившихся секторах. В частности, многие исследователи считают, что окончательное выделение специализированного кочевого скотоводства из скотоводческо-земледельческого хозяйства произошло в степном поясе Евразии в первой половине I тыс. до н. э. (см. об этом, например: Колесник 2007: 144).

### **3.4. ПЕРЕХОД К ЗРЕЛОСТИ АГРАРНО-РЕМЕСЛЕННОГО ПРИНЦИПА ПРОИЗВОДСТВА**

**Первые города. Городская революция.** Как известно, первые поселения, отдаленно похожие на города (такие как Иерихон в Палестине), возникли более

9 тыс. лет назад (Kenyon 1981; Wenke 1990: 325; Schultz, Lavenda 1998: 214 и т. д.; Березкин 2013). В VII–VI тыс. до н. э. в Западной Азии появляется уже целый ряд поселений (Айн-Газал, Бейда, Саби Абйад, Бейсамун, Абу-Хурейра, Чатал-Хююк и наследовавший ему Хаджилар и другие [см., например: Массон 1980; 1989: 33–41; Заблочка 1989: 34–38; Ламберг-Карловски, Саблов 1992; Бондаренко 2006: 50; Mellaart 1975; Wenke 1990: 326–330; Turnbaugh *et al.* 1993: 464–465; Harris 1997: 146; Schultz, Lavenda 1998: 214–215; Balter 2006]) с вероятной численностью населения многих из них в районе 2000 человек и более. Некоторые из этих древнейших протогородов имели и оборонительные укрепления, возведение которых требовало огромных усилий. В частности, около 7200 г. до н. э. в Иерихоне имелась каменная стена толщиной 3 м и высотой 4 м, а также круглая башня высотой 8 м и диаметром 7 м (Ламберг-Карловски, Саблов 1992: 75; Массон 1989: 34–35; Kenyon 1981)<sup>9</sup>. Но относительно назначения стены существуют разные мнения, в частности считают, что ее действительным назначением была защита от паводков (Bar-Yosef 1986).

Г. В. Чайлд, помимо идеи неолитической революции, также предложил идею *городской революции* как одного из самых значительных переломных моментов в мировой истории. Городская революция также произошла на Ближнем Востоке, а именно – в Южной Месопотамии, где в конце V – середине-конце IV тыс. до н. э. впервые в истории возникло множество городов, самым большим из которых был Урук (см. ниже)<sup>10</sup>. Процесс развивался следующим образом. В середине VI тыс. до н. э. в Южном Двуречье складывается и в первой половине IV тыс. до н. э. достигает расцвета убейдская культура, сыгравшая большую роль в истории и культуре всей Передней Азии (в V в. эта культура распространяется в Северной Месопотамии и Сирии). Она характерна наличием значительного числа достаточно крупных поселений. Только в районе Урука известно 23 крупных убейдских поселения, которые имеют площадь свыше 10 га (Массон 1989: 84). Сам город Урук в конце IV тыс. до н. э. представлял собой гигантский по тем временам городской центр, по некоторым данным, превышавший по площади 200 га, с населением не менее 20 тыс. человек (Bernbeck, Pollock 2005: 17). По сравнению с ним даже далеко не маленькая знаменитая Троя в гораздо более поздний микенский период (II тыс. до н. э.) с возможным населением в 6 тыс. человек (Истон 1996: 214) выглядит карликом. Урбанизация шла с конца V тыс. до н. э. и в примыкающей к Южной Месопотамии с востока Сузиане. Так, город Сузы к середине IV тыс. до н. э. достигает площади 25 га, что предполагает как минимум 7–8 тыс. жителей (Березкин 2013: 183).

В IV тыс. до н. э. появляется целый ряд поселений, которые уже можно совершенно недвусмысленно отнести к городам (Pollock 2001: 45; см. о некоторых из этих городов: Rothman 2004). В данный период возникают уже урбанизаци-

<sup>9</sup> Анализ особенностей первичных протогородов (или квазигородов), различных промежуточных форм между деревней и городом см.: Андреев 1987. О типологии древних городов см.: Массон 1977.

<sup>10</sup> Тема городской революции привлекла множество археологов и историков, в том числе таких как Р. Адамс, С. Поллок, Р. Бернбек, К. Ламберг-Карловски и др. Отметим также замечательного немецкого историка А. Л. Опенхейма, который в своей книге «Древняя Месопотамия» (1990) на основе сравнения урбанизации в Месопотамии, Греции, Египте, Ассирии и ряде других ареалов высказал важные идеи, в частности то, что в каждой цивилизации урбанизация как социальное явление порождает характерный для нее тип городского поселения.



рованные общества (Bernbeck, Pollock 2005: 17). Причем в Южной Месопотамии возникла целая агломерация из городов, находящихся рядом, настоящая урбанизированная зона (см.: Оппенгейм 1990: 90). Недаром Р. Адамс (Adams 1981) назвал Месопотамию *heartland of cities* (*средоточием городов*). Месопотамские города обычно были окружены стенами, порой довольно толстыми и высокими (см., например: Pollock 2001: 47). Таким образом, произошел качественный переход к новому уровню сложности общества, не только в демографическом, но также в социальном, административном, политическом и культурном смыслах.

Несколько позже городская революция произошла и в других регионах, создавая тем самым новые условия для развития технологии, торговли, культуры и политической жизни. Отметим, что некоторые из таких догосударственных протогородов и городов могли уже играть роль аналогов мелких ранних государств, а другие – готовили условия для возникновения государств. Но с некоторого времени оба процесса: урбанизация и становление/развитие государственности – становились все более и более взаимосвязанными (см., например: Тао 2002; Chang 1974; Казбекова, Юсим 2000: 45). Города предполагали также рост обмена, торговли, ремесла и специализации.

К середине III тыс. до н. э. городские поселения появляются во всем широкимесопотамском регионе и Эламе, других областях Ирана, на юге Туркмении, в долине Инда, в некоторых областях Малой Азии и Эгеиды (см., например: Березкин 2007б).

Таким образом, города или укрепленные поселения (протогорода), сравнимые с городами по численности населения и их военно-политической или культурной роли, стали появляться раньше государств (см., например, о таких поселениях у маори: Bulmer 2002). И это было вполне естественно, особенно там, где война становилась постоянным явлением, тем более если в отдельных центрах аккумулировались значительные ресурсы (Дьяконов 1994: 43). Неудивительно, что одним из наиболее частых отличий протогородских поселений от обычных было наличие укреплений. В частности, у маори не было различий в языке для больших и маленьких поселений, но зато имелись для укрепленных и неукрепленных (см.: Bulmer 2002). Вспомним также, что славянское слово «город» («град») происходит от «городить, огораживать». Аналогичный корень (*cheng*) лежит в основе названия многих китайских городов (Тао 2002), подобные этимологии прослеживаются и в целом ряде других культурно-языковых традиций (см., например: Казбекова, Юсим 2000: 45).

**Этап зрелости аграрно-ремесленного принципа производства.** В начале II тыс. до н. э. в Египте и Месопотамии появляются признаки наступления этапа зрелости. А в целом четвертый этап (зрелости) в мировом масштабе длился примерно с середины II тыс. до н. э. до последней трети I тыс. н. э., то есть менее полутора тысяч лет (3500–2200 [3700–2500] лет назад, или 1500–200 гг. до н. э.). На этом этапе система интенсивного, в том числе плужного неполивного, постоянно расширяющегося сельского хозяйства возникла уже во многих регионах мира. В этот период наблюдался невиданный ранее рост ремесла, городов, торговли, появлялись новые цивилизации, крупные империи, происходили и другие процессы, которые свидетельствовали о зрелости нового принципа производства. С переходом к интенсивному земледелию резко, взрывным образом стало

расти население Земли, достигшее к началу нашей эры около 200 млн человек (см.: Мельянцев 1996: 56).

Таким образом, на четвертом этапе (зрелости) создается система самодостаточного интенсивного сельского хозяйства<sup>11</sup>. Во многом это было связано с необходимостью увеличить производство различной продукции, включая разведение животных, как для растущего населения, так и прежде всего для возросших потребностей государственной власти и правящего класса (в том числе для военных нужд), а также с расширением зоны цивилизации и интенсивными контактами между ее частями.

Этот этап характеризуется расширением зоны хозяйственной деятельности. В частности, все шире распространяется пашенное земледелие с упряжными животными. Усовершенствуются плуги. Развивается принудительное орошение, причем оросительные приспособления имеют высокую производительность. Так, с помощью египетского шадуфа для полива высоко расположенных полей можно было поднять в течение часа на высоту 2 м 3400 л воды, на 3 м – 2700 л, на 4 м – 2080 л, на 5 м – 1880 л, на 6 м – 1650 л (см.: Экономическая история... 1966: 28). Шадуф применялся в Египте и Месопотамии; в последней, по-видимому, также применяли оросительное устройство, приводимое в движение с помощью ослов или быков (см.: Лурье и др. 1939: 21–22).

С переходом на использование мускульной и двигательной силы животных наступает зрелость животноводства. Но процесс перехода от разведения животных просто для пищи к активному их использованию как энергетического источника, транспорта и в виде «тяжелых машин» был медленным<sup>12</sup>. Существенно влияли на это, как и вообще на производство, военные цели. Самые неразвитые народы, веками игнорировавшие простейшие изменения в быту, охотно заимствовали военные новинки. Приручение лошади изменило военное дело. Именно она (и верблюд) сделали кочевников столь грозными, даже невзирая на их малочисленность<sup>13</sup>. Колесница со спицами в колесах появилась в первой трети 2 тыс. до н. э. или чуть позже (примерно 3600–3800 лет назад), а конный всадник-воин – где-то в конце 2 – начале 1 тыс. до н. э. (примерно 3000 тыс. л. н.), после изобретения узды (см.: Ренфрю 2002: 21; Kuzmina 1998: 83).

**Цикличность развития.** Говоря о хронологии аграрно-ремесленного принципа производства, нельзя забывать о крайней неравномерности в развитии государств в этот период и цикличности данного развития. В рамках отдельных обществ производительные силы и в целом культура могли достигать достаточно высоких форм. Но они были окружены отсталой периферией, поэтому требовалось подтягивание к ним и некоторых других обществ. Однако такое «подтяги-

<sup>11</sup> Вариантов интенсивного хозяйства было много, один из них – комбинированное растениеводческо-животноводческое хозяйство, в котором один сектор поддерживает другой (корма и удобрения от животных, чередование культур, в т. ч. кормовых, для поддержания урожайности, выпас скота на отдыхающей земле под паром и т. п.). В ряде стран такой переход задерживался из-за огромных резервов неиспользуемой земли.

<sup>12</sup> Так, хотя лошадь, по некоторым данным, была приручена во 2 тыс. до н. э., ее стали использовать для пахоты значительно позднее, когда в VIII или IX в. н. э. в Европе был изобретен (или заимствован) хомут, чтобы не сдавливать животному горло. Это дало возможность перевозить на нем намного больше грузов. Теперь крестьяне могли использовать лошадь в самых разных целях, гораздо легче осваивать новые земли и переселяться (Марджори 2005; см. также, например: Мельянцев 1996: 80; Cipolla 1976b: 168; North, Thomas 1973: 42; Scott 1989: 308; White 1962: 43). Подробнее об этом будет сказано далее.

<sup>13</sup> «Использование верблюда в Северной Африке в военных целях можно сравнить с появлением огнестрельного оружия» (Ковальска-Левицка 1981: 84).

вание» и расширение культурной зоны не только запаздывало, но и очень часто реализовывалось в ходе завоеваний. При этом варвары захватывали культурный оазис, обычно многое разрушали, но потом начинали усваивать культуру. Поэтому дальнейшее качественное развитие продолжалось не с момента остановки, а даже с более низкого уровня, который был вызван разрушениями и варваризацией общества. Но зато начиная с более высокой отметки и имея более широкое основание, чем их предшественники, эти общества проходили ранние этапы гораздо быстрее и продвигались в своем развитии намного дальше. Затем цикл в общем виде повторялся.

Отсюда ясно, что если вступление аграрно-ремесленного принципа производства в зрелость при благоприятном географическом факторе могло происходить в рамках одного крупного государства, как в Египте, то вступление в этап *абсолютного* доминирования аграрно-ремесленного принципа производства требовало во много раз большего цивилизационного и мир-системного пространства, а для их появления, как уже сказано, требовались иная сельскохозяйственная техника и овладение металлами, особенно железом. По этой и другим причинам с конца II – начала I тыс. до н. э. ведущая линия исторического процесса уходит с Ближнего Востока через Малую Азию в Грецию. В эпоху эллинизма площадь активно взаимодействующих высокоразвитых социумов, объемы торговли и многого другого стали несопоставимыми с прежними временами. В результате эллинистические общества смогли перейти к новому этапу аграрно-ремесленного принципа производства.

**Пятый этап** (*абсолютного* доминирования) (конец III в. до н. э. – начало IX в. н. э.) – период полного развития возможностей аграрно-ремесленного хозяйства. Интенсивная специализация, кооперация, расцвет ремесла, торговли и денежно-кредитных отношений составляют его существенную особенность. Это также период расцвета и гибели древних цивилизаций, появления цивилизаций нового типа (арабской, европейской). С падением Римской империи и окончанием эпохи Античности эволюция вновь оказалась на распутье. В результате с конца VII – начала VIII в. до XII в. ведущая линия исторического процесса перемещается в Арабский мир. Интенсивная специализация, кооперация, торговля и прочие формы контактов, обмена и разделения труда составляют смысл пятого этапа – этапа *абсолютного* доминирования. Расточительность в плане использования природы уменьшается, так как свободных земель становится все меньше. Происходит выделение сотен ремесленных специальностей, идет развитие денежно-кредитных отношений, торговли, наконец, появляется промышленность, бурно растут города, Мир-Система достигает нового уровня связей в рамках сухопутных и морских подсистем (см.: Abu Lughod 1991; Bently 1996; Grinin, Kototayev 2013; Гринин 2011*а*; 2012*е*; Boussac *et al.* 2016). Сельское хозяйство становится все более интенсивным, специализированным. Во многих случаях создается система «город – пригородное сельское хозяйство».

Здесь уместно пояснить, что этот принцип производства назван аграрно-ремесленным, поскольку в зрелый его период ремесло является обязательным атрибутом любого общества. То же можно сказать и о торговле. В некоторых обществах торговля как самостоятельный и важный сектор появляется едва ли не раньше сельского хозяйства. Поэтому точнее было бы говорить об аграрно-

торгово-ремесленном секторе, но это очень уж громоздкое и неудобное название. Важно иметь в виду, что, став самостоятельными, ремесло и особенно торговля в некоторых случаях могли выполнять функциональную роль интенсивного сельского хозяйства. Это значит, что там, где проходили выгодные пути транзитной торговли или добывались дорогие полезные ископаемые (золото, соль), даже на базе скотоводства или примитивного земледелия за счет прибавочного продукта, получаемого от несельскохозяйственных отраслей, могли появиться государства или аналогичные им образования<sup>14</sup>.

**Развитие государственности.** Появление государства прямо или косвенно связано с демографической революцией в результате аграрной революции и урбанизацией. Как уже сказано, с переходом к интенсивному земледелию население Земли стало стремительно расти, но, с другой стороны, создание государств, способных обеспечить внутренний мир, также способствовало росту населения.

Государства и другие сложные формы организации общества (как сложные вожества, о которых сказано выше, или самоуправляемые городские общины) возникали в результате увеличения концентрации в определенных местах богатства и избыточного продукта, населения, определенных функций (например, торговых, жреческих или судебных), а также – и это особенно важно – в результате усиления военной активности и военной опасности. Словом, рост демографической, производственной, административной сложности требовал каких-то новых форм регулирования. Например, в местах, где постоянно сталкивались люди из разных коллективов, требовались какие-либо судебные или посреднические органы. А рост военной опасности заставлял объединяться или концентрироваться в определенных местах. Однако форм усложнения обществ было много, примитивное государство являлось только одной из них. Существовало немало обществ, где действовали особые принципы управления, которые сложно назвать даже примитивной государственной формой (например, всю высшую прослойку занимали члены одного рода или определенных линий рода; либо обществом управляли жрецы или магистраты, то есть назначенные в результате выборов или жребия должностные лица, которые очень часто менялись; либо решения принимались и исполнялись главами домохозяйств и т. п.). Такие образования, по функциям сравнимые с ранним государством, но имеющие иные принципы организации, мы называли аналогами раннего государства (см. подробнее: Гринин и др. 2006; Гринин 2009а; 2010б; 2011а). Многие ученые справедливо считают, что к государству ведет множество путей (см. об этом, например: Годинер 1991). Однако вопрос о том, что такое государство, остается предметом споров (см. подробнее: Гринин 2001–2006; 2006в; 2011а; 2012г; Grinin 2003; 2004; 2011b; 2012). Существует много теорий происхождения государства, например **торговая** (Ekholm 1977; Webb 1975), **военная** (Carneiro 1970; 1978; 2000; 2002; 2012), **имущественного расслоения** (Fried 1967; 1968) и **формирования классов** (марксистский подход), **распределения функций между социальными слоями** (Service 1975). (Анализ разных теорий происхождения государства см.: Годинер 1991;

<sup>14</sup> У кочевников к этому добавлялся (иногда становясь ведущим) военный грабеж. Успешным войнам и политогенезу у них могло способствовать ремесло, особенно металлургия. Так, выплавка железа и кузнечное ремесло способствовали образованию и успехам Тюркского каганата в VI веке н. э. (см., например: Гумилев 1993). В любом случае формирование всадничества и переход к железу означал для кочевых народов эпоху радикальных перемен (Кузьмина 2007: 25).

Гринин 2011а.) Большинство ученых справедливо склоняется к тому, что такой сложный процесс не мог идти однотипно и обычно имела место комбинация различных факторов (производственная необходимость, конфликт социальных слоев, война и др.).

Концентрация населения в огромной мере способствовала как процессу урбанизации, так и развитию государственности. В частности, возможность образования государства в значительной степени зависит от интенсивности контактов внутри политики или политогенетического ареала (см.: Гринин 2001–2006; 2007б; Гринин, Коротаев 2009а; см. также: Оппенхейм 1990: 90; Шевеленко 2000). А поскольку такая плотность существенно выше в городских обществах, соответственно и политогенез в них по сравнению с аграрными социумами имеет заметные особенности, что, в частности, может влиять на выбор демократического направления политогенеза (см. подробнее: Гринин 2006г: 347; 2007б: 82).

Среди других факторов, способствующих генезису государства и одновременно тесно связанных с урбанизацией, необходимо особо выделить: а) развитие торговли (Ekholm 1977; Webb 1975; см. также: Nosov 2002)<sup>15</sup>; б) рост богатства и развитие престижных видов деятельности (Оппенхейм 1990: 90; Массон 1989: 100 и др.); в) рост интенсивности военных столкновений и развитие военных технологий (Дьяконов 1994; Kottak 1980)<sup>16</sup>; г) концентрацию в определенных местах атрибутов сакральности (Оппенхейм 1990: 90; Массон 1989).

Мы пришли к выводу, что надо разделять причины усложнения общества и переход к собственно государству (то есть к определенного рода административно-политическому образованию). Переход к собственно государству облегчается серьезными отклонениями от привычной ситуации, такими как прекращение изоляции, возникновение реальной угрозы обществу или части населения, резкое увеличение роли торговли, внутренние конфликты и т. д. Все это может привести к существенным изменениям в управлении и политическом устройстве (Гринин 2009а; 2010б; Grinin 2011а; Grinin, Korotayev 2012). Но мы также считаем, что среди факторов такого резкого изменения жизненных условий война, завоевание или опасность быть завоеванным, несомненно, занимают первое место. Все связанное с военной деятельностью может служить предпосылкой для государствогенеза, например ввоз или заимствование более современного оружия. Так, ввоз огнестрельного оружия послужил важной причиной образования некоторых государств на Мадагаскаре в XVII в. (Дешан 1984: 353; Ратцель 1902, т. 1: 445). В этом плане также показательным мнение Т. Ёрла, который считает, что «гавайские вождества могли бы стать государствами. Для это-

<sup>15</sup> Роль транзитной, или внешней, торговли для многих государств была очень велика. Некоторые из них, подобно африканской средневековой Гане, являлись, по выражению Л. Е. Куббеля, громадной внешнеторговой надстройкой над обществом (Куббель 1990: 72). О роли торговли в процессе урбанизации и развития государственности на севере Африканского Рога см.: Fattovich 2002. Монополизация государством торговых источников, экзотического импорта и торговые пошлины были важнейшим источником накопления, считают, например, К. Чейз-Данн и Т. Холл (Chase-Dunn, Hall 1997: 236). И естественно, что развитая торговля редко обходится без городов и определенных городских слоев.

<sup>16</sup> О важной роли войн в процессе образования ранних государств и вождеств высказалось большинство участников недавней дискуссии по средовой теории Р. Карнейро (согласно которой лимитирующие особенности среды проживания общества в сочетании с войнами ведут к образованию государства; см. в том числе: Lozny 2012; Marcus 2012; Wason 2012; Feinman 2012; Yi 2012; Peregrine 2012; Guidi 2012; см. о дискуссии: Grinin, Korotayev 2012).

го были необходимы лишь небольшие технические нововведения. Гавайские вожди знали, что им нужно, и быстро осознали ценность европейского оружия» (Ёрл 2002: 86; курсив наш. – Авт.; подробнее о трансформации этих вожеств в государство см.: Grinin 2011a).

Мы считаем важным отметить, что «городской» вариант образования ранних государств и их аналогов был одним из основных. Такой путь был связан со скоплением людей в городских и квазигородских поселениях в результате принудительного объединения ряда населенных пунктов в один, чаще всего под влиянием военной опасности. Он был характерен для многих регионов: Древней Греции (Глускина 1983: 36; см. также: Фролов 1986: 44; Андреев 1979: 20–21), Междуречья, в частности, в конце IV и III тыс. до н. э. (Дьяконов 1983: 110; 2000: 46; см. также: Оппенхейм 1990: 90), ряда африканских территорий (так, например, образовались небольшие государства у бецилео на востоке острова Мадагаскар в XVII в. [Kottak 1980; Claessen 2000; 2004]). В Греции этот процесс назывался *синойкизмом*.

Поэтому-то почти любая причина политогенеза вообще и образования/развития государства в частности так или иначе связана с городами. Развитие религии, как и сакрализации правителя, неизбежно связано с появлением храмов и храмовых городов либо городов и столиц, которые являлись центрами религиозной жизни, в том числе благодаря заботе правителей о таких местах (интересный пример уже из истории христианства см.: Варьяш 2000; см. также о росте древнего Вышгорода благодаря тому, что там находились мощи святых Бориса и Глеба: Толочко 1975: 24]). В ряде регионов (как в Месопотамии) в городах сочетались дворец и храм (Оппенхейм 1990; Массон 1989: 11), а в условиях мировых религий это стало нормой. Но роль дворцов в городах разных государств была очень разной. Например, древнерусский город величественных княжеских дворцов не знал (Поляков 2006). Города во многих нарождающихся государствах и их аналогах играли роль опорных пунктов царской (королевской, княжеской) власти (см., например: Дьяконов 1994: 43), сопротивляться которой местному населению при наличии укрепленного городского пункта с представителем центра в нем было гораздо сложнее.

Система самоуправляющихся городов являлась своего рода костяком для некоторых крупных государств древности, таких, например, как государство Селевкидов (см., в частности: Дьяконов 1994: 52). В известной мере можно согласиться и с К. Марксом, который в своих «Экономических рукописях 1857–1859 годов» отмечал, что «история классической древности – это история городов» (Маркс 1969: 470).

### **3.5. ВЕДУЩЕЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ. НАКАНУНЕ ПЕРЕХОДА К ПРОМЫШЛЕННОМУ ПРИНЦИПУ ПРОИЗВОДСТВА**

**Аграрная революция и внеэкономический тип отчуждения.** *С завершением аграрной революции и производством регулярного большого излишка благ возникла потребность в их аккумуляции, новом распределении и охране. Все это вело к очень существенным изменениям в организации общества, и в конечном счете указанные задачи наиболее удачно стали решаться с помощью государства. Поэтому система распределения была исключительно тесно связана с*

типом государства и с той социальной конструкцией и иерархией, на которую оно опирается.

Возникают очень разнообразные распределительные отношения. Однако бросается в глаза обязательное наличие в них и важная роль моментов, связанных не с экономической заинтересованностью, а, напротив, с внеэкономическим воздействием на участников производства и распределения. Поэтому данный тип отчуждения мы назвали **внеэкономическим**. *Под этим термином понимается отчуждение силой или угрозой ее применения, или другими способами, подавляющими и парализующими волю и свободу выбора: социальным неравноправием, регламентацией, необходимостью подчиняться жесткому государственному или общинному контролю и пр.* Частые войны, во время которых имущество, жизнь и свобода людей подвергались постоянным опасностям, усиливали внеэкономический характер отчуждения. Экономические рычаги играли хотя и заметную, но в целом подчиненную роль. Наиболее полно внеэкономический характер выражается в военном грабеже, рабстве, крепостничестве. Самыми же типичными в рамках формации распределительными отношениями являлись налоги, характер которых в большинстве случаев не учитывал их воздействия на экономику.

**Ведущее противоречие аграрно-ремесленной эпохи.** *Его можно определить как противоречие между возможностями роста производства и населения, технического совершенствования, с одной стороны, и внеэкономическим отчуждением, а также таким регулированием деятельности и потребления, которое лишает производителя стимулов к расширению хозяйства и к производственному использованию богатства, – с другой.*

Иными словами, отчуждалось много прибавочного продукта, но последний очень часто либо превращался в непроизводительное богатство, либо служил источником паразитизма. Личная инициатива сдерживалась. Войны и грабежи постоянно разрушали созданное, губили население. Собственник не имел достаточной защиты. Налоги и повинности часто были разорительными, а непроизводительное потребление – чрезмерным.

Обратная связь между распределением и производством, когда часть прибавочного продукта вкладывается в развитие хозяйства, была весьма слабой (за исключением отдельных периодов)<sup>17</sup>. Личная инициатива сдерживалась. Стремление власти и высших групп увековечить существующие формы эксплуатации и обеспечить покорность населения вело к консервации данных отношений.

Вот некоторые из проявлений основного противоречия:

– в обществах, где не освободились от родовых обычаев, продолжали мешать уравнилельные тенденции, отсутствие права наследования, всякого рода

<sup>17</sup> Такие более или менее длительные периоды подъемов можно проследить в истории арабских халифатов, Римской и Византийской империй, некоторых эллинистических, итальянских государств, Японии. Едва ли не наиболее часто приводимым примером такого подъема является сунский Китай (960–1279), особенно в конце X–XI вв., пока власть династии была более крепкой. Затем начался упадок государства, а XIII в. – период нашествия монголов. Число мировых достижений периода Сун велико: использование бумаги и бумажных денег, изобретение пороха, компаса, расцвет мореплавания, ремесла, торговли и городов (Мельянцеv 1996; Макнил 2004; Голдстоун 2014). Только один факт из множества скажет достаточно о размахе экономического подъема. В XI в. добыча меди в Китае возросла в 30 раз по сравнению с IX в., а добыча железной руды – в 12 раз (Лапина 2002). Цифры, достойные индустриальной, а не аграрной державы. Но главными достижениями стали освоение южных регионов и выведение очень продуктивных сортов риса. В итоге население империи выросло почти вдвое, превысив в конце XI – начале XII в. 100 млн человек (Feurwerker 1995: 50–51; Deng 1999: 191; Mote 1999: 164; Коротаев и др. 2007: 76–77; см. также: Turchin, Nefedov 2009). О достижениях технологии см.: Temple 1986; Pacey 1990; Голдстоун 2014.

традиции, разорявшие крестьян (круговая порука, пышные похороны, свадьбы, помощь многочисленной родне и т. п.);

- войны и грабежи, как уже сказано, в значительной мере препятствовали накоплению и демографическому росту;

- там, где внеэкономическое отчуждение было жестким (рабство, крепостничество), производитель полностью лишался стимулов к развитию и, напротив, стремился к тому, чтобы меньше работать или скрыть накопленное. Отсюда технический застой и жалобы на лень рабов, бегство крестьян. Свободное же население нередко считало труд позором;

- значительно сдерживало рост хозяйства регламентирование производства профессиональными организациями (такими как цехи и гильдии) или властными постановлениями (рабочий день, заработок, приемы работы) и потребления. Нередко законы строго оговаривали, какому званию что носить, есть, пить и т. д. Производитель-организатор был стеснен в своих действиях;

- религия и обычаи почти повсеместно одобряли не накопление или стремление к прибыли, а, напротив, щедрость и праздность;

- частная собственность, особенно в виде капиталов (денег, товаров), занимала соответствующее ей место в экономической жизни только как исключение. Собственник не имел достаточной защиты, неприкосновенности, стабильности, законы о защите собственности часто отсутствовали или были несовершенны;

- налоги и повинности часто были разорительными, а непроизводительное потребление – чрезмерным. Гигантские средства и труд государство тратило на военные цели, строительство, содержание двора и т. п. Земельные собственники и местные правители содержали тысячи прихлебателей, соперничая в роскоши друг с другом. В феодальном обществе, где отсутствует внешняя торговля, крупный землевладелец, по верному замечанию А. Смита, и не может использовать свое богатство иначе как «на содержание ста или тысячи человек» в зависимости от величины дохода (Смит 1935: 348, 351). Церковь увлекалась украшательством. Мало кто из власть имущих видел главное достоинство в росте производства и поощрении производительных слоев, но очень многие – в военной славе, роскоши и забавах.

Итак, данный принцип производства почти везде, а в ряде мест особенно, был способен создавать большой излишек благ. И если бы последний – хоть в определенной своей части – постоянно использовался производительно, а хозяйственная инициатива поощрялась, развитие происходило бы гораздо быстрее. К сожалению, такое отмечается сравнительно редко.

В некоторые периоды, когда государство остро нуждалось в восстановлении хозяйства, оно поощряло хозяйственную инициативу, закрепляло освоенные площади за работником, снижало налоговое бремя, карало тех, кто притеснял народ, и т. п. Но это обычно продолжалось не слишком долго и относилось к достаточно крепким и уже развитым государствам (таким как Китай), в то время как в неустроенных ранних государствах связь между производством и политической надстройкой была слабее. Ранние, то есть недостаточно централизованные и с более слабым внутренним административным порядком, государства преобладали в период аграрно-ремесленного принципа производства. Развитых – централизованных, с хорошим административным аппаратом, кодификацией права, упорядоченной системой налогов и т. п. – было меньше, и воз-



никали они уже в более поздние периоды. О классификации эволюционных типов государств см. подробнее: Гринин 2006б; 2010б; Grinin 2008; 2011b; 2012.

Ведущее противоречие складывается в период зрелости, когда производительные силы еще не реализовали своих потенций, поэтому общественные отношения в достаточной мере им соответствовали. Главная задача в области экономики – защитить население от нашествий, поддержать внутренний порядок и не сделать бремя повинностей непосильным – с переменным успехом решалась на этапе зрелости с помощью государства. Но на дальнейших этапах развитие производительных сил начинает обгонять рост экономических и иных отношений и в значительной степени уже решает технические проблемы, не решаемые ранее.

Техническая сторона основного противоречия заключалась в недостатке удобных способов накопления, сохранения и циркуляции благ. Ведь в натуральном виде богатства, во-первых, были слишком громоздкими и неудобными в хранении, во-вторых, при господстве натурального хозяйства разделения труда оказывалось недостаточно. Это, в частности, выражалось в слабой производительности и низком качестве ремесленного производства. Частично это преодолевалось путем государственного регулирования. Но очевидно, что рост прибавочного продукта в такой форме имел физические пределы.

Этот технический аспект разрешался путем развития торговли, товарно-денежных и договорных отношений, постоянным разделением труда. В Древнем Египте натуральность хозяйства оставалась очень заметной вплоть до эпохи эллинизма, поэтому торговля всегда была там второстепенной отраслью, а ремесленники работали в основном на государство или на заказ. Гораздо дальше развитие денежных отношений и торговли пошло в Междуречье и еще более – в торговых обществах Средиземноморья I тыс. до н. э. Появление золотой монеты придало богатству не просто компактную, но исключительно мобильную и удобную форму, а кредит позволял развивать дальнюю торговлю и оперировать большими капиталами. В римскую эпоху появились и относительно развитые юридические формы более удобного распоряжения богатством. Наконец, в I тыс. н. э. в Индии, Арабском мире, Китае указанные отношения достигали еще более высокого уровня и масштаба (вплоть до введения бумажных денег).

В результате развития денежного хозяйства стали возникать и первые финансовые кризисы. Так, в Китае в VI в. н. э. произошла замена медных денег железными, что было связано с нехваткой импортной меди, которую привозили из Японии и Кореи. В результате подделки железных денег и их обесценивания началась «железнодорожная» инфляция (Далин 1983: 14–15). Однако нехватка меди в Китае в дальнейшем способствовала переходу к бумажным деньгам: сначала в виде особых квитанций, а затем, в XI в. н. э., и в виде государственных денежных знаков в прямом смысле слова (Там же: 16). Бумажные деньги в отличие от железных имели огромное будущее. Но с самого своего появления они стали источником инфляции и денежных кризисов. В XIV в. при монгольской династии Юань бумажные деньги «ежедневно печатались в несметном количестве» (см.: Далин 1983: 17), что не могло не привести к инфляции.

Но такое развитие производства и обмена обостряло общественную часть основного противоречия. В Римском мире это выразилось в кризисе рабовла-

дения и переходе к натуральному хозяйству в крупных латифундиях. В странах же Востока производство могло поступательно развиваться только под защитой государства, так как смуты, распад и прочее вели к катастрофическим последствиям. При ослаблении власти частная собственность получала силу, но стремилась не к увеличению производства, а к паразитизму<sup>18</sup>. Сильное же государство сдерживало рост производства, препятствовало поиску нового. Экономика и политика не были разделены.

**Случаи частичного преодоления основного противоречия.** В тех случаях, когда удавалось существенно преодолеть это противоречие (в том числе обеспечить длительный внутренний мир), тенденция к росту численности населения в значительной мере реализовывалась, и численность могла достигать высоких значений (в десятки, в отдельных случаях даже в сотни миллионов человек)<sup>19</sup>. В этом случае рост населения ограничивался уже экологическими возможностями (количеством земли и других ресурсов, а также усилением опасности эпидемий). Иногда благодаря тем или иным технологическим инновациям и освоению новых территорий экологическая ниша значительно расширялась и численность населения существенно возрастала (как это было в сунском Китае, см. выше; см. об этом также в *Главе 4*). Однако в любом случае аграрное хозяйство имеет те или иные оптимальные пределы численности населения, поскольку устойчивый рост производства в таких системах скорее исключение, чем правило. Рано или поздно земли начинало не хватать. Социальное напряжение в условиях нехватки земли и ресурсов, роста налогов и несправедливости усиливалось. Это было тем более вероятно, учитывая то, что на смену первым более активным и талантливым правителям могли приходить другие, более изнеженные, инфантильные, склонные к расточительству и недальновидные<sup>20</sup>. Социальная система, сталкиваясь с ограничениями, становилась неустойчивой и при неблагоприятных обстоятельствах (войнах, нашествиях, длительных неурожаях) обрушивалась. Это могло привести к социально-демографическим катастрофам, при этом потери населения в результате голода, эпидемий, вторжений и т. п. катаклизмов иногда исчислялись многими миллионами или даже десятками миллионов человек.

Таким образом, частичное разрешение основного противоречия на базе технологического рывка приводило к длительным по времени (от нескольких десятков до двух-трех сотен лет) демографическим циклам: в результате быстрого роста населения страна попадала в так называемую мальтузианскую ловушку, возникало социальное напряжение из-за нехватки земли, роста бедности и сильного расслоения. В итоге общество вступало в полосу катастроф и бедствий (см. подробнее: Нефедов 2007; Гринин 2011б; Гринин, Коротаев 2012; Turchin 2003; Turchin, Nefedov 2009)<sup>21</sup>.

<sup>18</sup> О различии в развитии частной собственности во второй и третьей формациях, а также между Европой и Востоком см.: Гринин 1999а.

<sup>19</sup> Но это было характерно только для отдельных государств (особенно для Китая, некоторых стран Европы, однако в Европе население самых крупных стран было на порядок меньше китайского) на поздних этапах аграрно-ремесленного принципа производства. См. выше о сунском Китае.

<sup>20</sup> Эту тенденцию к династийной деградации блестяще описал арабский социолог XV в. Ибн Халдун (1980; 2008; Ibn Khaldūn 1958).

<sup>21</sup> О мальтузианской ловушке см.: Artzrouni, Komlos 1985; Steinmann, Komlos 1988; Komlos, Artzrouni 1990; Steinmann *et al.* 1998; Usher 1989; Wood 1998; Kögel, Prskawetz 2001; Гринин, Коротаев 2009а; 2012; Гринин, Коротаев, Малков 2008; Гринин и др. 2009; Нефедов 2014; Гущина, Малков 2014.

Тем не менее важно отметить, что долгосрочные («вековые») социально-демографические циклы характерны не для любого аграрного общества<sup>22</sup>. В негосударственных аграрных обществах не удается даже близко подойти к потолку емкости среды, поскольку этому препятствуют бесконечные межобщинные войны и набеги, кровная вражда, ограниченность размеров социальных единиц и невозможность произвести крупные хозяйственные улучшения, а также много других обстоятельств<sup>23</sup>. Циклы могут иметь место прежде всего в сложных и особенно сверхсложных аграрных обществах<sup>24</sup>, где имеются уже достаточно эффективные государственные механизмы, поддерживающие социальный порядок. Только при таком порядке и внутреннем мире могут произойти значительный хозяйственный подъем и рост населения, приближающийся при данном технологическом уровне к потолку емкости экологической среды (см. подробнее: Гринин 2007a). И чем прочнее порядок и эффективнее государство, тем более вероятно возникновение таких циклов. Поэтому, согласно нашему представлению, «вековые» социально-демографические циклы в гораздо большей степени характерны для сверхсложных обществ, чем для сложных аграрных обществ (см. также: Гринин, Коротаев 2012: раздел 2, гл. 1, прим. 5).

Многие сложные аграрные общества – по ряду причин, в том числе из-за слабости государственного устройства и раздробленности, которая вызывала постоянные войны, – часто были не в состоянии подойти к рубежу, за которым создавалась опасность возникновения демографических коллапсов из-за реального перенаселения (см.: Гринин 2007a; Гринин, Коротаев 2012). В других сложных аграрных обществах (ранних государствах) демографические циклы имели место, однако после своего завершения (и разрушения государства) уже не повторялись, поскольку эти политические образования не восстанавливались после распада. Классические же, то есть повторяющиеся, социально-демографические циклы характерны прежде всего для имперского Китая после достижения им уровня развитого государства (начиная с III в. до н. э.) и Европы в результате того, что некоторые европейские страны достигли уровня развитого государства. Некоторые древние государства, такие как Нововавилонское или Египетское, и государства Нового времени, такие как Османская империя, в которых обнаружены демографические циклы (см.: Нефедов 1999a; 1999б; 2003), также были развитыми государствами или их аналогами (см. подробнее: Гринин 2010б).

**Шестой этап аграрно-ремесленного принципа производства (IX – первая треть XV в. н. э.).** Наконец, в начале II тыс. н. э. в Италии и некоторых частях Европы благодаря заимствованиям с Востока и их развитию кредит, денежное хозяйство, работа на рынок, специализация достигли уровня, который позволил впервые преодолеть основное противоречие.

<sup>22</sup> Хотя бы потому, что в каких-то обществах или в отдельные длительные периоды (под действием таких факторов, как недонаселенность, благоприятные климатические флуктуации, освоение новых земель и т. д.) демографические ограничения не действовали.

<sup>23</sup> Например, очень часто имеет место вызванное привычкой или страхом нежелание располагать поселения близко друг к другу (см., например: Салинз 1999), опасность набегов вынуждает не селиться в той или иной местности и выбирать для поселений только удобные для обороны места, отсутствие общей власти мешает распространению инноваций и т. п.

<sup>24</sup> Первые политически оформлены типом раннего государства, а вторые – типом развитого государства (см., например: Гринин 2010б; Grinin 2011).

Шестой этап начинается очень важными изменениями в производстве и других сферах в арабо-исламском мире и Китае<sup>25</sup>, затем происходят рост городов и хозяйственный подъем в Европе, который в конце концов создает первые очаги промышленности и предпосылки для начала промышленной революции. Таким образом, в течение нескольких веков Европа, обогащенная достижениями арабо-исламского мира и других восточных цивилизаций, быстро ликвидировала отставание, и примерно в XII–XIII вв. некоторые ее общества вышли на последний этап аграрно-ремесленного принципа производства. Данный этап принципа производства назван нами подготовительным, так как в его ходе возникают очень важные предпосылки для новой производственной революции. Достигнутое высокое развитие производства и потребления в Европе привело к обострению основного противоречия, так как избыточное богатство требовало приложения. И это богатство не полностью стало уходить на расточительство, роскошь, войны, но во все большей степени направлялось в торговлю и промышленность. Накопление разнообразных достижений при стечении еще множества самых разных обстоятельств, от отсутствия нашествий до некоторых духовных и социальных явлений, создало условия для преодоления основного противоречия и перехода к новому принципу производства. В XIII–XIV вв. в Европе появилось гораздо больше возможностей и для производительного вложения капиталов, и для трансформации высших сословий в производительные классы. Начиная с XI в. процессы развития городов, техники, ремесла и торговли постепенно подводят ряд европейских обществ к промышленной революции, первый этап которой можно датировать второй третью XV–XVI в.

**Поиск путей к новому принципу производства.** Но даже в Европе этот путь не был прямым. Раньше всех (в XII–XIII вв.) переход к новому принципу производства начался в итальянских городах-государствах: Венеции, Генуе, Флоренции, Милане, Сиене и других. Богатство там было огромным, и создавалось оно прежде всего благодаря выгодному географическому положению за счет монопольной торговли пряностями с Востоком, банковского обслуживания папской курии и ряда королевских дворов. Конечно, развивалась и промышленность, в частности мануфактуры (шерстяные и даже шелкоткацкие). Но в целом основа прогресса была непрочной: ею являлась исключительность положения, которая впоследствии исчезла<sup>26</sup>. Однако Италия сделала очень много для рождения нового способа производства, особенно в денежном обращении и развитии кредита (вексель, бухучет и т. п.).

Таким образом, Северная Италия за счет удачного стечения обстоятельств и выгодного положения преодолевает ведущее противоречие, но еще в рамках аграрно-ремесленного принципа производства, тем самым переходя на его седьмой этап, т. е. этап по некоторым характеристикам уже сравнимый с первым этапом нового принципа производства, но при этом линия развития не является магистральной для социальной эволюции, а в конце концов ведет в тупик, выход из которого затруднен). Однако это движение вбок от ведущей линии для Италии не было столь роковым, как в восточных странах<sup>27</sup>.

<sup>25</sup> Ярким, хотя и одним из многих свидетельств успехов Китая в позднем Средневековье является эпизод с плаваниями огромного китайского флота с кораблями гигантского для того времени водоизмещения (2 тыс. т) в XV в. в Индийском океане под руководством адмирала Чжэн Хэ (см.: Голдстоун 2014).

<sup>26</sup> Во многом похожая ситуация складывалась и во Франции с ее шампанскими ярмарками. Однако в конце XIII в. роль этих ярмарок уменьшается, а затем во Франции начинается глубокий и затяжной кризис.

<sup>27</sup> И по причине культурной и географической близости, и по причине включения ряда европейских обществ в общий экономический процесс, а также потому, что базовые моменты в виде частной собственности, права и прочего были сходны, а технология и техника легче заимствуются.

Что касается последних, то некоторые из них также сумели в определенной степени преодолеть ведущее противоречие и перейти на более высокие этапы второй формации, но уже в ее нисходящей части (особенно Китай). Но восточные страны настолько уклонились от генеральной линии исторического процесса, что для возврата к ней потребовалось несколько веков.

**Катаклизмы как предвестники перехода к новому состоянию.** На шестом подготовительном этапе принципа производства вместе с появлением многих элементов будущего возникают и различные кризисы, эволюционная роль которых становится более ясной лишь в ретроспективе. Эти кризисы в любом случае способствуют появлению инноваций и расширению масштаба их применения. Первичный переход к примитивному сельскому хозяйству многие исследователи связывают с пока не ясными для нас переломными явлениями (некоторые из идей: ухудшение разнообразия рациона и значительное влияние этого на здоровье, связанные с оседлостью эпидемии и т. п.). Период XIV – начала XV вв., то есть эпоха, предшествующая началу промышленной революции, также характеризуется различными по характеру, но очень чувствительными кризисными явлениями в Западной Европе (см., например: Сванидзе 1990: 412 и др.; Шелестов 1987: 135).

Во-первых, это чума XIV в., которая в ряде мест унесла до одной четверти или даже трети населения (McNeill 1998) и резко обострила проблему рабочей силы и ее оплаты, что, как уже было сказано, способствовало укреплению технических новинок и их более широкому распространению.

Во-вторых, с конца XIII в. началось похолодание (Flohn, Fantechi 1984; Litfin 2000; Мельянцев 1996) и стало ощущаться ухудшение почв в старых районах пашенного земледелия.

В-третьих, в ряде стран свирепствовали тяжелые войны и восстания. В них «наблюдались деколонизация культурных земель, забрасывание пашен, нехватка рабочих рук, падение урожая и рент, повышение цен на продукты питания и сырье» (Удальцова, Карпов 1990: 412).

## ПРИЛОЖЕНИЕ к Главе 3

**Некоторые сравнения Европы и Востока.** Итак, к XIV–XV вв. ведущая линия исторического процесса вновь переместилась на Запад. Получилось, что из всех вариантов аграрно-ремесленных обществ в ретроспективе наиболее удачными оказались те, где внеэкономическое отчуждение было мягче и сочеталось с экономическим, то есть такой вариант, какой был в Западной Европе. Подобному эффекту также способствовали и географическая среда, и особенности производительных сил: в частности, плодородие почв не давало слишком большого прибавочного продукта, а численность населения не была ни слишком высокой, ни слишком низкой. Для более глубокого понимания причин отрыва Европы от Азии перечислим некоторые особенности, которые помогли первой обогнать вторую, а затем рассмотрим их подробнее<sup>28</sup>.

### 1. Технологические особенности:

- а) более высокий уровень трудосбережения и механизации;
- б) склонность к заимствованиям и их развитию.

### 2. Структурные особенности экономики:

- а) относительно более высокая доля несельскохозяйственного населения;
- б) более высокая роль торговли и финансового сектора в экономике.

### 3. Социально-экономические особенности:

- а) меньший уровень государственного вмешательства и большая частная инициатива;
- б) большая самостоятельность европейских городов и более высокий престиж торгово-финансового нобилитета.

**4. Эволюционные особенности.** (Восток перерос подходящие демографические пропорции для революционного рывка.)

## 1. Некоторые сравнения Европы и Востока: технологические особенности

**А. Более высокий уровень трудосбережения и механизации.** Длительное время Запад не имел однозначного преимущества в этом отношении, поэтому примерно до XIII в. правильнее говорить о склонности к трудосбережению, связанной с более редким населением, в среднем менее плодородными почвами и в целом – с меньшим дефицитом пригодной для обработки земли, чем на Востоке. Но надо учитывать, что длительное время это преимущество имело латентный характер, выступало во многих аспектах даже скорее как недостаток, чем преимущество. В этом своем качестве оно стало заметным только в XVI–XVII вв. и позже. Значимые элементы роста производительности труда за счет появления техники наблюдались и в восточных странах<sup>29</sup>, в том числе и в такой важной области, как ирригация, в которой Восток очень долго обгонял Запад. В частности, имели место водоподъемные сооружения, работавшие за счет силы животных или силы воды.

*Особенности сельского хозяйства на Западе и Востоке.* Какой же фактор способствовал тому, что процесс трудосбережения путем механизации в Европе стал

<sup>28</sup> В этой книге мы не останавливаемся на теории великой дивергенции между Европой и Азией, которую развивает так называемая Калифорнийская школа (Blaut 1993; 2000; Goody 1996; 2004; Wong 1997; Frank 1998; Lee, Wang 1999; Lieberman 1999; 2003; Pomeranz 2000; 2002; Goldstone 1991; 2000; 2002a; 2013; Hobson 2004; Rosenthal, Wong 2011; Vries 2013), а также не высказываем своего отношения к этой концепции. Мы сделали это в другой своей работе (Grinin, Korotayev 2015a).

<sup>29</sup> Появлялись даже соответствующие труды. Так, в арабском сочинении IX в. «Ключи науки» сообщаются сведения о простых машинах, водяных и ветряных мельницах, военных машинах и автоматах (Боголюбов 1988: 19).

более интенсивным, чем на Востоке? Мы полагаем, то, что *население и его плотность в Европе были намного меньше, чем в густонаселенных странах Азии*. По этой причине в Европе длительное время (примерно до XI–XII вв. н. э.) имелся значительный резерв неиспользуемой земли, но и после здесь периодически возникал прямой дефицит рабочих рук<sup>30</sup>. Росту трудосбережения способствовало не только более редкое население, но и более скудные почвы, а также весьма подходящие для механизации и использования водного транспорта природные условия (изрезанное побережье, множество рек и ручьев и т. п.). Мельянцев (1996: 77) считает, что общая продуктивность земли в Европе в Средние века была в 5 раз ниже, чем в странах Востока (см. также: Huang 2002). В результате для обеспечения одного человека требовалось обработать намного больше земли, чем на Востоке, что было сложнее сделать с использованием лишь ручного труда.

Итак, если на Западе несколько больше стремились к экономии человеческого труда (за счет его относительного дефицита), что способствовало большей активности в поиске трудосберегающих технологий, то на Востоке (в частности в Китае) при большом дефиците земли, чем труда, наблюдалось стремление к повышению производительности почвы (см. об этом: Мугрузин 1986). Например, в XVII в. один европеец отмечал, что в Китае «не было ни пяди земли, даже крохотного уголка, который бы не возделывался» (Бродель 1986: 164). Другими словами, даже когда в Европе возрос дефицит земли и фермеры стали более активно стремиться к повышению ее производительности (используя многократную вспашку, чередование культур и прочее), цена труда как фактора производства все равно была выше, чем на Востоке, особенно в Китае (оплата труда была выше по демографическим и социальным причинам, см. об этом ниже). Поэтому возможности экономии труда в Европе уделялось больше внимания. Важно учитывать также более высокую долю наемного труда в сельском хозяйстве Северо-Западной Европы по сравнению с Китаем, где преобладало семейное хозяйство. Экономить труд членов семьи, который не оплачивается специально, не имело смысла, зато был смысл нанимать меньше работников путем повышения механизации и производительности (см., например: Goldstone 2007a: 213; 2007b).

*Трудосбережение за счет внедрения энергетических технологий.* Итак, хотя механизация труда развивалась и на Востоке, и на Западе, указанные причины в конечном счете больше способствовали процессу трудосбережения на Западе. Поэтому здесь распространялись как изобретения, сделанные давно, так и новшества, в том числе заимствованные с Востока. Так, водяная мельница была изобретена за сто лет до нашей эры, но в Римской империи рабский труд препятствовал ее распространению. Зато уже в раннее Средневековье водяные мельницы быстро и широко распространились на соответствующей территории. Например, в Англии в XI в., по переписи Вильгельма Завоевателя («Книге Страшного суда»), имелось 5600 водяных мельниц в 3000 деревень (Камерон 2001: 95). Согласно другим данным, во Франции в это время имелось около 20 тыс. водяных мельниц (Debeir *et al.* 1991: 75). С учетом разницы в численности населения в обеих странах одна мельница приходилась на 250 человек (Мельянцев 1996: 81). При этом совокупный энергетиче-

<sup>30</sup> Следует учитывать и запрет рабства в католической Европе (чего не было в Азии). Кларк также считает, что из-за более низкого уровня культуры смертность в Европе была выше, что еще больше усиливало разрыв в плотности населения (Кларк 2013), хотя, возможно, это спорный тезис. Но несомненно, большей концентрации населения в Азии по сравнению с Европой также способствовал тот факт, что в Европе было относительно больше территорий, пригодных к сельскохозяйственной обработке, чем в Азии, соответственно 43 % и 23 % от общей площади (Галич 1986: 188; Рябчиков 1976: 124, 342).

ческий потенциал мельниц на душу населения в Европе был выше, чем, например, в Передней Азии, откуда мельницы могли распространиться по Европе, уже в XI в. (по крайней мере, для Англии и Франции) в 1,5–3 раза (Мельянцев 1996: 69; Léon 1977: 55, 267; Issawi 1991: 284).

В Европе механизация также выражалась в более полном использовании силы животных. Так, по данным К. Перссона, в Англии XI в. около 70 % используемой энергии приходилось на тягловую силу домашних животных (см.: Мельянцев 1996: 81; Cipolla 1978: 53; Persson 1988: 28). Использование усовершенствованной упряжи для лошадей, подков и других улучшений позволило в Европе сделать сухопутный грузовой транспорт достаточно рентабельным, чтобы вести торговлю на относительно дальние расстояния. По некоторым подсчетам (см., например: Лилли 1970), расходы на сухопутные перевозки по сравнению с периодом Римской империи сократились в три раза. По мнению ряда исследователей, КПД лошади только за счет использования хомута вырос до 4–5 раз (см., например: Мельянцев 1996: 80; Cipolla 1981: 168; North, Thomas 1973: 42; Scott 1989: 308; White 1962: 43; Bolich 2005; Chamberlain 2006; Wigelsworth 2006). В итоге уровень энерговооруженности труда в Европе к середине XII в. сравнялся со странами мусульманского мира и Китаем (Мельянцев 1996: 82; Pacey 1990: 44), а в XIII в., по оценке П. Шоню, превышал соответствующий индикатор уже в 2,5 раза. Далее этот разрыв только увеличивался, достигнув в XVI в. разницы в 4–5 раз (см.: Там же; Chaunu 1979: 288). Правда, здесь следует учитывать более холодный климат Европы, требующий отопления (об использовании дров и угля см.: Аллен 2014; транспорта: Postan 1987).

*Трудосбережение в ремесленных технологиях. Роль эпидемий.* Кризисы XIV–XV вв. (особенно страшная эпидемия чумы) создали дефицит рабочей силы, в результате в ряде стран (во Франции, Англии и других местах) пошли по пути фактического освобождения крестьян, что значительно преобразовало феодальную структуру (North 1996). Труд стал более свободным, а следовательно, трудосбережение – более выгодным, особенно в ремесле и торговле, то есть в областях более квалифицированного труда. Неудивительно, что именно с XIV в. процесс распространения и усовершенствования различных механизмов (прессов, колес, мельниц, сукновален и т. п.) ускоряется (см., например: Lucas 2005). Усилился также поиск наиболее прибыльных сфер приложения капитала<sup>31</sup>.

**Б. Склонность к заимствованиям и их развитию.** Общеизвестно, что Европа много заимствовала от арабов, китайцев и других восточных обществ (Al-Hasan, Hill 1991: 278–280; Ashtor 1978: 295; Raychaudhuri, Habib 1982: 47–52, 285; Elvin 1973: 85, 113–130, 167; Lal 1988: 48; Mokyr 1990: 23–24; Needham 1981: 13–14; Watson 1981: 29–30; Hall 1980; Pacey 1990; Голдстоун 2014).

Однако важной особенностью Европы была не только способность к заимствованию инноваций (причем необязательно в технической сфере), но и их творческое развитие. Каким-то образом получалось, что эти инновации в растущей экономически и культурно Европе начинали играть более важную роль, чем в местах их возникновения (это относится к таким заимствованиям, как мельницы, часы, механическая печать, порох и огнестрельное оружие, компас и др. Даже тачку европейцы

<sup>31</sup> Но, конечно, подобные эпидемии сами по себе обычно ведут к деградации общества, в ряде случаев нехватка рабочих рук и депопуляция запускают механизм ухудшения хозяйственной деятельности (так бывало, в частности, в Египте, см.: Borsch 2004; 2005). И только особые обстоятельства, в которых оказались некоторые страны Западной Европы в период эпидемии и после, превратили это бедствие в одно из условий для последующего рывка. В то же время в странах, где уровень потребления низок и труд соответственно дешев, мотивации к трудозамещению меньше (см.: Аллен 2013: 24–25; Huang 2002).



сделали более удобной, с колесом впереди, а не под платформой, как в Китае). Например, в XIII в. Леонардо Фибоначчи ввел в употребление арабские цифры, которые нашли свое главное применение в торговой бухгалтерии. Уже через несколько десятков лет каждый купеческий ученик должен был знать четыре правила арифметики, что до этого было достоянием лишь горстки ученых.

Причины, по которым инновации приобретали больше значение в Европе, чем в местах их появления, многообразны, и помимо вышеуказанной потребности в трудосбережении и довольно высокой военно-политической и экономической конкуренции имела целая взаимосвязанная и взаимоподдерживающаяся система факторов, обеспечивающая более высокую степень адаптации и распространения инноваций.

## **2. Некоторые сравнения Европы и Востока: структурные особенности экономики**

### ***А. Относительно более высокая доля несельскохозяйственного населения.***

В Европе в целом была выше доля населения, проживающего в селе, но занятого не сельским хозяйством, а различными промыслами (см., например: Аллен 2013; Carus-Wilson 1987; Postan 1987). Причинами являлись: особенности географического положения, позволяющего активно использовать рыболовство и мореплавание (Gieysztor 1987; Postan 1987), охоту и собирательство; особенности климата (поскольку число рабочих дней в европейском сельском хозяйстве было меньше, чем в тропическом климате, где во многих местах получали два урожая в год); меньшая продуктивность сельского хозяйства (поэтому интенсификация труда в нем приносила не так много); более высокий уровень развития животноводства, обеспечивающего промышленным сырьем и удобрениями. А по мере роста урбанизации общая доля не занятого сельским хозяйством населения росла и в итоге обогнала уровень восточных стран. Это был крупный резерв рабочей силы для формирующейся ручной, а затем и машинной промышленности.

***Б. Более высокая роль торговли и финансового сектора в экономике.*** Крайне важной представляется и более высокая роль торговли в экономике Европы, даже по сравнению с ее высокой ролью в Арабском мире (см., например: Abu-Lughod 1991; Голдстоун 2014), поскольку в условиях меньшей плодородности земель торговля становилась очень важным сектором, в котором могли аккумулироваться капиталы<sup>32</sup>. Здесь также значительную роль играл морской транспорт, позже приобретший еще большее значение. Как мы укажем далее, именно заказ торговли определял саму возможность появления нового производства и его параметры. Еще более это усилилось в результате Реформации и распространения духа капитализма. По данным П. Шоню, за XVI в. объем сухопутных перевозок стран Северо-Западной Европы возрос вдвое, а морских – в 5–10 раз (Léon 1977: 574). В 1500–1700-х гг. объем внешней торговли западноевропейских государств увеличился в 3–5 раз, в том числе со странами Востока и Юга – более чем в 15 раз (Bairoch 1985: 174; Gould 1972: 221; Mann 1986: 472; O'Rourke *et al.* 2010; Parry 1980).

В Европе, как, пожалуй, нигде больше в мире, имелось много торговых государств (городов-государств и республик), а также их союзов, что отмечалось исследователями (Mielants 2007; Snooks 1996). Эти потенциальные преимущества рез-

<sup>32</sup> Дополнительным, но отнюдь не решающим фактором в пользу Европы уже в XVI–XVIII вв. служили различия в праве, более благоприятствующем росту европейской торговли и менее способствующем ее развитию в исламском мире (см.: Kuran 2011).

ко обозначились в связи с изменениями, возникшими в результате Великих географических открытий<sup>33</sup>.

Торговля, которая играла все большую роль в западном мире, не могла развиваться без финансовой сферы. И в этой сфере Европа стала опережать Азию еще в XIII–XIV вв. Да, кредит был распространен и на Востоке, а бумажные деньги впервые появились в Китае (см. выше), но нигде кредит не развивался на столь постоянной основе. Ф. Бродель уделил этому процессу особое внимание, считая, что капитализм начал развиваться именно в сфере финансов и кредита (Бродель 1986–1992). Заметим, что во всех цивилизациях этому процессу мешали религиозные или идеологические догмы. Но в мире ислама и конфуцианства они оказались сильнее, чем среди христиан, особенно после распространения протестантизма (Kuran 2011; Goldstone 2012). И недаром финансовые кризисы, вызванные расстройством кредита или дефолтом, стали потрясать Европу уже с XVI–XVII вв.

### **3. Некоторые сравнения Европы и Востока: социально-экономические особенности**

*А. Более слабое государственное вмешательство в экономику и большая частная инициатива.* Фактор больших возможностей для частной инициативы (в условиях наличия свободных земель в течение длительного времени) и относительно невысокая степень государственного вмешательства в Европе имели место изначально вследствие слабости европейских государств и особого влияния католической церкви, оспаривавшей политическое первенство. Но реально они проявили себя значительно позже, скорее уже в раннее Новое время. Пашенное земледелие в Западной Европе было менее производительным, чем на Востоке, и в то же время в отличие от ряда восточных стран государство не принимало участия в увеличении плодородия земли. Это было частным делом. И чтобы увеличить плодородие, требовались собственные инвестиции. В результате в позднее Средневековье и раннее Новое время доля накопления в виде частных инвестиций в землю в Европе стала расти (Тревелин 1959; Wilson 1980; об этом см. также далее)<sup>34</sup>.

Постепенно (хотя и с серьезными затруднениями) начинал устанавливаться определенный благоприятный баланс: власть защищала собственников капиталов и других активов и не позволяла чрезмерно их притеснять, бывшие феодалы, потерявшие политические права, не могли в собственных владениях подменять государственный аппарат или разложить его, зато обрели полные права на свои земли. В некоторых случаях союзы собственников могли достаточно эффективно влиять на действия властей, заставляя их проводить политику поддержки торговли или промышленности (Грейф 2013). Институт частной собственности, который и ранее имел определенные преимущества в европейских странах перед азиатскими, стал совершенствоваться. В условиях более стимулирующей правовой среды и с учетом большей хозяйственной свободы экономика начинает развиваться быстрее. Мы со-

<sup>33</sup> Стоит также отметить, что более нигде в мире лов рыбы не велся на очень далеких от берегов расстояниях и промышленным способом, как в Европе в Новое время (см.: Braudel 1973; Чистозвонов 1978: 147; Зингер 1981: 42–43; Kehoe 1992: 243; Keller 2010).

<sup>34</sup> На Востоке, например в Китае, Междуречье или Египте, государство могло периодически инвестировать огромные средства в улучшение земли, но поскольку само государство развивалось циклично, процесс такого улучшения не был постоянным, а ирригационное хозяйство иногда и вовсе приходило в упадок. На Западе с Нового времени процесс инвестирования в землю или в сельскохозяйственные технологии в целом шел по восходящей.

гласны с теми исследователями, которые считают, что без такого развития института частной собственности индустриализация не могла бы состояться, как не могла бы она состояться в иной правовой среде<sup>35</sup>.

В отличие от того, что нередко бывало на Востоке (особенно в Китае), где государство могло временами развивать производство собственными силами, аккумулируя огромные материальные и трудовые ресурсы, или с помощью прямых команд, запретов, указов и постоянного изменения законов, в Европе раннего Нового времени и в XIX в. постепенно утвердилось иное направление: государство все больше внимания стало уделять не прямому воздействию на экономику, а косвенному, в течение многих десятилетий путем проб и ошибок создавая то, что современные экономисты называют правилами игры.

**Б. Особенность европейских городов как самоуправляемых центров развития.** Часто отмечается особенность европейских городов как центров промышленности и торговли, которые экономически, а иногда и политически господствовали над сельской округой. Но, разумеется, многие города на Востоке также были в первую очередь центрами ремесла и торговли (см., например, об Индии: Ванина 1991; о подъеме некоторых новых городов, выросших благодаря производству тканей из хлопка и шелка в дельте реки Янцзы в Китае в XVIII в.: Huang 1990: 48–49; 2002: 519). Поэтому, возможно, более важно выделить значительную самостоятельность во внутренней жизни и распределении благ в городах. Конечно, в начале второго тысячелетия н. э. по уровню урбанизации Европа отставала от Востока, но рост городов в ней продолжался очень активно. Уже к 1500 г. в Европе насчитывалось более 150 городов с населением в 10 тыс. и более человек (Blockmans 1989: 734). В некоторых местах Европа достигла невиданного уровня урбанизации, который не смог везде удержаться у столь высокого аттрактора, но который был важным элементом начальной фазы промышленной революции XV–XVI вв.<sup>36</sup>

Помимо того, что в целом западноевропейские города обладали более высоким уровнем самоуправления и свободы в области правотворчества (в отношении собственности, гражданско-правового оборота, форм самоуправления, налогообложения и регламентации на своей территории), небезынтересен и такой аспект, что большинство западноевропейских городов были небольшими, в среднем меньше, чем их азиатские собратья<sup>37</sup>. С одной стороны, они выглядели маленькими, неустроенными и с худшими санитарными условиями по сравнению с их восточными собратьями (которые были в целом крупнее по причине как большего богатства этих обществ, так и большей их населенности). Но с другой стороны, мы полагаем, что малые поселения более гибки в плане эволюционных возможностей при соответствующих условиях, чем крупные. Значительное количество небольших городов

<sup>35</sup> Это отмечают, например: North 1981; North *et al.* 2009; Acemoglu, Robinson 2012. И одновременно мы не согласны с исследователями, которые пытаются преуменьшить роль того факта, что институт частной собственности в Европе был развит лучше, чем на Востоке (см., например: Кларк 2013; Аллен 2014; Роров 2014).

<sup>36</sup> Половина населения или даже его большая часть проживала в городах в Южных Нидерландах (с Брюгге, Гентом и Антверпеном), еще выше процент был в Северной Италии в долине реки По, где находились Венеция, Милан и Генуя (Blockmans 1989: 734). Такой высокий процент урбанизации мог поддерживаться только при наличии доходной торговли. Поэтому упадок торговли в итальянских городских республиках (равно как и в Южных Нидерландах в результате разгрома Антверпена в XVI в.) привел к трансформации городов и замедлению их развития.

<sup>37</sup> Так, в многолюдных городах с населением более 10 тыс. человек на Ближнем и Среднем Востоке – в Турции, Иране, Египте и т. д. – сосредотачивалось от 10 до 20 % населения (Галич 1986: 206; Мейер 1978: 242–276; Issawi 1980), в то время как, по подсчетам Ш. Иссави (Issawi 1980), в Европе даже к 1800 г. в городах с населением более 10 тыс. человек проживало гораздо меньше.

в Европе также увеличивало эволюционное разнообразие и возможности их специализации.

Кроме того, выделяют еще одну особенность городских торговых обществ и их объединений – военную экспансию для обеспечения торговли (см.: Mielants 2007; см. также: Pearson 1997; Brady 1997). Действительно, военно-торговая экспансия была характерна и для периода Великих географических открытий, и позже, но все же можно согласиться с Дж. Голдстоуном, что значимость этого момента преувеличена (Goldstone 2009b). Однако более важно, может быть, другое. В Европе наряду с крупными дворянскими королевствами было как нигде в мире много обществ (итальянские торговые республики, Голландия, ганзейские города, Швейцария и пр.), в которых финансовая и торговая буржуазия (купечество) имела очень высокий социальный ранг и престиж, а нобилитет мог состоять из круга аристократии, связанной с торговлей, где последняя была в центре внимания государственной политики. Все это создавало условия для роста значимости торгового сословия, которое увеличивало эффективность торговой корпоративной стратегии (Грейф 2013). Отметим, что развитие промышленности долгое время не могло идти вне торгового движения, поэтому развитие мануфактуры часто сосредотачивалось в руках этого же торгово-промышленного нобилитета и капиталы, необходимые для развития промышленности, накапливались сначала путем торговли.

#### 4. Территориальные и демографические пропорции

*Восток перерос подходящие пропорции для рывка.* Для перехода к новым формам хозяйствования, для совершения индустриальной революции, тем более в ее ранней фазе, помимо целого ряда вышеуказанных обстоятельств также требовались определенные наиболее благоприятные для такого рывка пропорции в соотношении территории и населения (а также в плотности населения). Считаем, что должна была существовать значительная по объему территория (которая в совокупности имела в Европе), но при этом население должно было быть умеренным, а по меркам Востока даже маленьким. Именно такое население имелось в Европе, где природный фактор весьма скоро (уже к XIV в.) поставил предел росту населения. Дело в том, что промышленная революция для своего осуществления требует довольно высокой доли населения, не занятого сельским хозяйством. Такой процесс был возможен только в условиях сравнительно низкой численности населения и с учетом того, что сельское хозяйство Европы не требовало стольких трудовых затрат, как сельское хозяйство, например, Китая с его двумя-тремя урожаями и трудоинтенсивными культурами.

Население в Азии было гораздо большим, чем в Европе. В Китае со второй половины XVII в. в результате внешнего и внутреннего мира и доведения хозяйства до полной интенсификации население быстро росло, в итоге достигнув невероятных доселе величин в 400 млн человек<sup>38</sup>. Во Франции же в начале XVII в. при населении в 20 млн человек казалось, что она перенаселена, «полна доверху», по выражению современника (Бродель 1986–1992, т. 1: 66). А вот в Англии в это время жило всего 5 млн человек. Но ведь именно там произошла машинная революция! А первая буржуазная революция победила в Нидерландах, в которых проживало около 3 млн человек.

<sup>38</sup> «По оценочным данным, население Китая в 1750 г. составляло 260 млн человек, в 1760 г. – 268 млн, в 1810 г. – 385 млн, в 1830 г. – 409 млн, в 1840 г. – 412 млн» (Илюшечкин 1986: 207). См. также: Крюков и др. 1987: 62–63.

Таким образом, Восток с его громадным по европейским меркам населением не вписывался в нужные эволюционные пропорции для перехода к индустриальному обществу. Разница между обществами с населением в миллионы и сотни миллионов человек колоссальна. Подобно античному рабству, избыточное население Востока также вело развитие в тупик, поскольку оно могло воспроизводиться только при крепком и развитом государстве или иных жестких системах (вроде индийской общины), которые не позволяли совершить рывок в новое состояние, так как главной задачей таких институтов было обеспечение стабильности, несмотря на все изменения.

Общество, которое регулирует жизнь десятков и сотен миллионов человек, с одной стороны, должно иметь более высокие политические и административные формы, но с другой – ему гораздо сложнее изменяться, чем обществу, населенному миллионами человек. Вот почему даже Франции с ее сравнительно большим для Европы (но не для Азии!) населением было сложнее перестроиться, чем Англии с ее 5 миллионами. В Голландии было всего 3 млн человек, но именно там был достигнут невероятный процент городского населения. Еще в начале XVI в. более половины населения этой страны жило в городах (Hart 1989: 664), причем в отличие от Фландрии и Италии (см. выше) Голландия смогла удержать такую структуру. Однако в период ее расцвета и торговой экспансии в XVII в. ей приходилось покрывать за счет импорта до четверти своей потребности в хлебе (Камерон 2001: 143; Якубский 1975; Сказкин 1968). Если сравнить ситуацию с Китаем, становится ясно, что слишком большой процент городского населения при огромном китайском населении невозможно было бы прокормить. Кроме того, с переходом к более интенсивному сельскому хозяйству в Англии, связанному с огораживаниями, и в этой, в общем-то, немногочисленной стране, в XV в. еще нуждающейся в рабочих руках, вдруг оказалось много лишних людей, которые частью уезжали, частью попадали под «каток» суровых тюдоровских законов о бедных. А куда, скажем, могли бы уйти десятки миллионов «ненужных» людей в Китае или члены многомиллионных каст ремесленников в Индии, ткани которых продавались по всему миру? И могла ли власть способствовать этому? Вот почему мы считаем, что в известном смысле, когда Европа отыскивала нужный вариант технологического развития, восточные системы в эволюционном плане оказались обреченными.

## **Глава 4. История технологий: промышленно-торговый принцип производства**

### **4.1. НАЧАЛЬНАЯ ФАЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ И СКЛАДЫВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННО-ТОРГОВОГО ПРИНЦИПА ПРОИЗВОДСТВА**

**Предпосылки революции.** Итак, во втором тысячелетии н. э. в Европе стали возникать предпосылки для промышленной революции.

Стоит вспомнить, что в Античности было немало механиков и изобретателей (см., например: Бек 1933: 13–81; Камардин 2006: 3–9), правда, талант их большей частью использовался в военном деле (для создания боевых, особенно осадных, машин). Есть мнение, что более или менее эффективная древняя «артиллерия», то есть осадные и метательные машины, была создана в конце V–начале IV в. до н. э., большую роль здесь сыграла энергия правителя Сиракуз Дионисия старшего, собравшего для этого лучших инженеров Греции (Дильс 1934: 27, 87). Эти машины далее получили развитие в Византии, Арабском мире, Китае. Попали они и в Европу, в значительной мере через арабов и частично – через монголов. Но в Античности были созданы и некоторые механизмы, используемые в строительстве (особенно в Риме). Также были достаточно полезные изобретения. Так, александрийский механик Ктесибий (III в. до н. э.) много сделал для развития пневматики, он изобрел двухцилиндровый пожарный насос, водяные часы, водяной орган, а также боевую машину, работавшую на сжатом воздухе (Боголюбов 1988: 17). Наиболее известным механиком и изобретателем Античности был Герон Александрийский, о котором мы знаем очень мало, неизвестны даже годы его жизни (предполагают, что это вторая половина I тыс. до н. э.). Зато он оставил несколько сочинений, в том числе «Театр автоматов», в котором описывает храмовые и театральные автоматы. Герон, как предполагают, изобрел много вещей, в том числе автоматические двери, автоматический театр кукол, паровую турбину, автоматические декорации. Но большинство его изобретений были игрушками. Среди полезных вещей был прибор для измерения протяженности дорог – древний одометр (см., например: Дильс 1934: 62), и также одометр изобрел Витрувий (Там же: 64). Как и у других древних механиков (Ктесибия, Архимеда), его гений был направлен и на создание оружия (считают, что он изобрел скорострельный самозаряжающийся арбалет). Очень важно отметить, что сочинения Герона, как и других античных инженеров (например, римского архитектора Витрувия), получили распространение в эпоху Возрождения и внесли свой вклад в развитие техники этого периода. Кстати отметить, что Витрувий дал первое определение машины.

Как уже было сказано, в XIII–XV вв. в Европе активно развивалась техника, произошел переход к достаточно сложным технологическим процессам, совершенствовались старые механизмы и появилось множество по тем временам выдающихся вещей. Среди этих достижений нужно отметить горнорудный подъемник с приводом от водяного колеса и конную откатку руды, буровую машину с кон-

ным приводом, портовый поворотный кран, сукновальню, выплавку чугуна, прокатку и волочение цветных металлов (см.: Эйххорн и др. 1977: 108; Lucas 2005; Мандрыка 1972). Недаром слово «инженер» появляется во французском и немецком языках с XIII–XIV вв., хотя оно и не сразу обрело современный смысл (Виргинский 1984: 30).

Еще ранее были сделаны первые шаги в развитии механизации с помощью водяного колеса для орошения и в некоторых производствах (например, в сукновальном производстве для растирания вайды – растения, из которого производилась синяя краска, – дубовой коры, других красок и т. п. [Лилли 1970]). Водяное колесо активно применялось в металлургии (для подачи воздуха, опускания молота, дробления руды). Нельзя не упомянуть также различные станки (сверлильные, металлообрабатывающие, токарные и др.) с ножным или водяным приводом, механические пилы и многое другое. В XIV в. для производства бумаги стали использовать прессы, которые раньше применялись для отжима винограда, производства масел и в сукноделии. Важную роль сыграли такие заимствования, как компас, порох, бумага и другие. Очень важными были изменения в торговле, кредитном и банковском деле.

Западная Европа многое могла заимствовать из Арабского мира, в частности ветряные мельницы. Предполагают, что впервые они появились в IX в. в Афганистане, распространились в Арабском мире и через Испанию попали в Европу, а также в Китай<sup>1</sup>. К концу XII в. ветряные мельницы распространились в ряде округов Франции и Англии, где было мало рек, а далее появились в Голландии и других местах. В XIII в. в Западную Европу попало прядильное колесо с бесконечным ремнем. Накапливались механизмы и элементы будущего машинного производства. В частности, привод ворота породил рукоятку, изогнутую дважды под прямым углом, отсюда было недалеко до коленчатого вала, который появился в XIII в. в качестве удобного привода для ручной мельницы. Постепенно распространялись и шарнирные (рычажные) механизмы. В XII в. на рабочие органы мельниц стали прикреплять не жернова, а другие механизмы для различной работы. Так, стал выделяться универсальный движитель, посредством которого могли работать различные рабочие органы. А вместе с этим стало развиваться многообразие передаточных механизмов. В данном случае вместо цевочного колеса (то есть меньшего колеса в зубчатой передаче) был жестко закреплен кулак (важнейший передаточный механизм), который управлял рабочим органом. В результате возникли различные мельницы: сукновальные, бумажные, железоделательные, пороховые и др. (Боголюбов 1988: 21–24; Белькинд и др. 1956: 56–57; Лилли 1970; Lucas 2005).

Первые механические часы в Европе появились в конце XIII в. Механика часов сыграла огромную роль в развитии механики в целом (Белькинд и др. 1956: 61; Мандрыка 1972; Вейс 2000: 521; Дятчин 2001: 103–104; см. также: Маркс, Энгельс 1963), оформившейся как теоретическая наука в галилеевском «Трактате о науке механике» в первые десятилетия XVII в.

Среди первых установленных можно упомянуть английские Вестминстерские часы 1288 г. и часы храма в Кентербери в 1292 г. Есть сообщения о часах, построенных в 1300 г. во Флоренции, на 14 лет позже – в Каннах, в 40-х гг. XIV в. – в Модене, Падуе, о бельгийских часах – в Брюгге и об английских ча-

<sup>1</sup> В Месопотамии также были даже плавучие мельницы на р. Тигр (Боголюбов 1988: 20–21, 24).

сах – в Дувре. В 1352 г. были построены монументальные куранты в кафедральном соборе Страсбурга, четырем годами позже появились башенные часы в Нюрнберге, в 1370 г. построили такие часы в Париже, в 1381 г. появились первые подобные часы в Базеле и, наконец, в 1410 г. появились такого рода часы в Праге, которые стали основой позднейших пражских курантов (Михаль 1983). Добавим, что в конце XV в. были созданы первые пружинные переносные часы, которые приводились в движение свернутой упругой пружиной (Тарасова и др. 2000). Итак, родина механических часов – Европа. Но, как и другие выдающиеся изобретения, механические часы не возникли вдруг, а вели свою родословную от существовавших сотни лет в разных странах Востока, в частности в Китае и Арабском мире, водяных часов. Средневековый арабский инженер Аль-Язари написал в 1206 г. книгу, в которой он, помимо описания различных механизмов, уделил существенную часть изложения водяным часам для измерения текущего солнечного времени и других постоянных интервалов времени. В шести из десяти глав книги он детально описывает водяные часы с различными фигурными элементами, а в остальных главах знакомит читателей с некоторыми видами огневых свечных часов. Книга Аль-Язари является свидетельством высокого уровня средневековой механики на Ближнем Востоке (Михаль 1983). Уже в сложных водяных часах применялись циферблат, груз в качестве движущей силы, колесная передача, механизм боя, марионетки, разыгрывающие различные сцены. Для создания механических часов недоставало только механического спускового устройства и регулятора хода, изобретенного неизвестными механиками. Эти неизвестные изобретатели (вероятно, в конце XIII в.) изобрели шпиндельный ход и сделали возможным появление механических часов. Этот ход оставался в обычном употреблении без существенного изменения в течение пяти с половиной веков (Пипуныров 1982: 143–144).

Начиная с XIII в. значительные усовершенствования происходили в мореходном деле: стал внедряться компас, появилось рулевое управление современной конструкции. Руль начали прочно навешивать на ахтерштевень, являющийся продолжением киля и образующий таким образом единое целое со всем судном. Его устанавливали на достаточной глубине под водой, чтобы укрыть от воздействия волн. Теперь можно было сделать руль довольно большим по размерам и строить более крупные корабли с хорошими мореходными качествами, позволявшими плавать и против ветра. Усовершенствование рулевого управления позволило улучшить оснастку судов (см.: Лилли 1970). Распространился козой латинский парус, позволявший двигаться при любом, а не только попутном, ветре<sup>2</sup>. Все это подготовило технические возможности для Великих географических открытий, особенно после того, как знаменитый португальский принц Генрих Мореплаватель соединил достижения испанского кога и арабской дхоу, создав на их основе знаменитую каравеллу – первое судно с комбинированным парусным вооружением (Russel 2000; Diffie, Winus 1977).

<sup>2</sup> Латинский парус устанавливается не поперек, а практически вдоль ветра, и движущая сила является составляющей разности давлений между вогнутой и выпуклой частями паруса. Основные преимущества латинского паруса – он оказывает меньшее сопротивление движению, более эффективно используется при слабом ветре и позволяет идти круче к ветру, чем при использовании прямого паруса, дает больше возможностей для маневрирования. Многие считают, что латинский парус на самом деле – это арабский парус, применяемый арабскими мореходами в Индийском океане и перенесенный в Средиземное море где-то в IX в. (см., например: Шумовский 2010).



Однако подобно тому, что мы говорили о начале аграрной революции и в отношении промышленной, эпизодические изобретения и внедрение машин еще нельзя считать началом промышленной революции. Новые элементы должны были сложиться хотя бы в примитивную систему. Поэтому период XIII–XIV вв. – это еще не начало, а только подготовка к промышленной революции.

Итак, в Европе стало гораздо больше возможностей и для производительного вложения капиталов, и для трансформации высших сословий в производительные классы. Увеличилось уважение к праву частной собственности, степень личной свободы и возможности проявления инициативы. Поэтому первый «бастион» основного противоречия аграрно-ремесленного принципа производства (между способностью хозяйства создавать большой излишек благ и непроизводительным его потреблением – см. *Главу 3*) был взят уже в XV–XVI вв. Затем в виде трансформировавшегося противоречия (связанного с препятствиями для производительных сословий к организации более эффективного производства) оно разрешается только буржуазными революциями и реформами.

**Начальная фаза промышленной революции** проходила более полутора веков: со второй трети XV в. до конца XVI в. К этому времени был достигнут выход из аграрного кризиса второй половины XIV и первой половины XV в. (связанного с похолоданием, войнами, эпидемиями и общим кризисом феодального хозяйства) путем значительной хозяйственной перестройки: развития наиболее товарных сфер сельского хозяйства, новой организации землепользования и труда в поместьях, более интенсивного использования природных ресурсов, особенно промышленного значения<sup>3</sup>. Со второй трети – середины XV в. начинается хозяйственный подъем (Бакс 1986; Ястребицкая 1993: 74; Эйххорн и др. 1977; Сванидзе 1990: 412), переросший в промышленную революцию. Необратимость изменениям придали Великие географические открытия<sup>4</sup>. В этот период (так называемый «долгий шестнадцатый век»), согласно И. Валлерстайну, а также другим сторонникам мир-системного подхода, складывается капиталистическая мир-экономика (Бродель 1986–1992; Wallerstein 1974; 1980; 1988; Арриги 2006).

Механизация происходила с помощью водяного колеса (сначала нижне-, а затем и верхнебойного), весьма удобного и мощного (Lucas 2005). Напомним, что такое колесо применялось во многих производствах: в сукновальном, металлургии, на бумажных мельницах, в прядильных машинах, на лесопильнях, для распилки камня. Оно позволило резко повысить мощность станков для обработки металлических деталей и поднять производительность труда. А это способствовало появлению металлорежущих станков для изготовления осей, валов

<sup>3</sup> См., например: Шумовский 2010.

<sup>4</sup> Тот технологический подъем, который имел место в Европе между 1100 и 1600 гг., был замечен давно, еще в 1930-е гг., начиная с работ Л. Мэмфорда (Mumford 1934), М. Блока (Bloch 1935), Э. Карус-Вильсона (Carus-Wilson 1941). Этот аспект был активно исследован экономическими историками в 1950–1980 гг. (Lilley 1976; Forbes 1956; Armytage 1961; Gille 1969; White 1978; Gimpel 1992; см. также: Hill 1955; Johnson 1955; Бернал 1956; Бродель 1986–1992, т. 1; 1993; Lucas 2005). Таким образом, точка зрения, что помимо промышленного переворота XVIII в. была и более ранняя промышленная революция (или революции), широко утвердилась в зарубежной науке. Но в отечественной науке у нее до сравнительно недавнего времени было недостаточно сторонников (см., например: Исламов, Фрейдзон 1986: 84; Гуревич 1969: 68; см. также: Дмитриев 1992: 140–141). Однако в последние два десятилетия ее сторонников несколько прибавилось, о чем косвенно свидетельствует сам факт проведения конференций по раннему Новому времени (см. также: Хут 2010).

и винтов (Загорский 1960: 33), то есть улучшились возможности для развития машиностроения. Значительным толчком для технического развития послужило изменение в характере войн (XVI в. считается веком военной и ряда других революций). С изобретением огнестрельного оружия потребовалось гораздо больше металла, поэтому возникли новые способы его получения и обработки (домны, механический молот, прокатные станы, приспособления для вытягивания проволоки и нарезки металла и другое) (Белькинд и др. 1956: 63; Камерон 2001: 149; Загорский, Загорская 1989: 6; Ламан 1989: 60 и др.; о военных технологиях и их роли см.: Макнил 2009; Вейс 2000: 482 и далее; Нефедов 2008: гл. XII; Гринин, Нефедов 2014)<sup>5</sup>. Изобретение печатного станка создало уже в XV в. новую книгопечатную отрасль.

Одно из важнейших направлений развития машин в XV–XVI вв. заключалось в применении группового привода, или трансмиссии, передававшей движение нескольким машинам от одного источника энергии. Потребовалось создание механических схем, включавших в себя разнообразные механические пары (исключительное распространение и сегодня), такие как винт и гайка, шестерня и рейка, храповые и кулачковые пары, кривошипно-шатунные механизмы и т. д. Для получения устойчивой и равномерной работы машин начали вводить в употребление маховики. Трансмиссии становятся важнейшим направлением развития техники в середине XVI в., в них использовались, помимо вышеописанных механизмов, также балансиры. Иногда трансмиссии делались в виде непрерывной железной цепи, реже – каната (Мандрыка 1972: 81–82). Применялась и ременная передача.

Таким образом, к концу XV – началу XVI в. в отдельных местах можно уже говорить о первичной, хотя и примитивной, промышленности.

Приводим выдержку о свинцово-цинковых копиях в Верхнем Гарце в Германии для доказательства сказанного.

Вода угрожала подземным выработкам и одновременно давала энергию для их осушения, заставляла горняка изобретать все новые устройства, способные смирить мощь воды и заставить ее служить горному промыслу. Так появились насосные и штанговые водоотливные машины, приводные механизмы для транспортировки руды, толчеи, где руду измельчали и отделяли от пустой породы, воздуходувки для плавильных и кузнечных печей, кузнечные молоты и приводившие все эти механизмы в движение водяные колеса... Не было в мире другого места, где бы многочисленные оригинальные устройства, использующие энергию воды, соседствовали друг с другом теснее, чем в Верхнем Гарце.

Одним из первых приспособлений для откачки воды была водоотливная машина с черпаками, установленная в 1535 г. на руднике Вильдеман и работавшая от водяного колеса. Ее называли «Хайнцем»... Прежде кожаные ведра с водой передавали друг другу стоявшие на лестницах водоносы, а подъем воды в бурдюках осуществлялся с помощью ручной лебедки или конного ворота... Без непрерывно работавших водоотливных машин эксплуатация рудника была невозможна. Такие машины заменяли сотни лошадей и десятки водоносов (Бакс 1986: 199; о подъемных механизмах для вычерпывания воды в горных разработках см. также: Миткевич 1936: 403–404).

<sup>5</sup> Развитие огнестрельного оружия вызвало большие изменения в технике, механике, материалах, строительном деле, химической промышленности (особенно, конечно, в производстве пороха) и социальной организации.

Приведем еще несколько фактов, чтобы показать масштабы зарождающегося принципа производства. Так, в богемских Рудных горах большой славы достиг Санкт-Йоахимсталль, основанный в 1516 г. Найденные там руды оказались так богаты, что уже через 11 лет (!) в этом горняцком городке имелось свыше 14 тыс. жителей, вдвое больше, чем в это же время в Лейпциге и Эрфурте (Бакс 1986: 195). Таковы были масштабы промышленности перед ремеслом<sup>6</sup>! (См. также: Lilley 1976: 189–190.) В колониях масштабы иной раз были еще больше. Использование процесса амальгации, то есть особого способа получения серебра с помощью ртути, резко увеличило производство серебра в Мексике и в Южной Америке. Американской ртути не хватало, и ее везли из Европы. В конце концов груз попадал на боливийское нагорье в Высоких Андах на высоте 4 тыс. метров в знаменитый город Вилья-Империаль-де-Потоси у «серебряной горы». В XVI в. этот город стал гигантским хозяйственным центром, едва ли не превосходившим Рим, Лондон и Мадрид. В нем насчитывалось свыше 100 тыс. жителей (Бродель 1988: 186; см. также: Бакс 1986: 123)<sup>7</sup>. В Европу потекли сотни тонн золота и тысячи – серебра. И без такого мощного притока драгоценного металла рост мировой торговли (а с ней и новой промышленности) был бы невозможен или крайне ограничен. Отметим, что уменьшение притока серебра в Испанию в первой половине XVII в. явилось одной из важнейших причин кризиса в ряде мест Европы.

Надо отметить, что промышленная революция потребовала и нового вида работников: во-первых, вольнонаемных рабочих, во-вторых, мастеров новых специальностей – по ремонту водяных и ветряных мельниц и прочих механизмов, связанных с колесами, механиков, печатников, гранильщиков линз (Мандрыка 1972: 102–106). В обществе меняется, хотя и с большим трудом, отношение к техническому развитию (подробнее см.: Гринин 2003а; яркие примеры противодействия см., например: Ястребицкая 1993: 70; Лавровский 1973: 32). Складываются общие теоретические представления об устройстве механизмов, и даже появляется идея вечного двигателя (см., например: Орд-Хьюм 1980).

Однако промышленную революцию в начале Нового времени следует рассматривать как явление гораздо более широкого плана, нежели обычные перемены в технической области. Мало того, несмотря на столь важный технический прогресс, стоит особо подчеркнуть, что *на начальном этапе промышленной революции изменения в технике по своим результатам и последствиям не были самыми значительными*. Наиболее релевантными были последствия, вызванные трансформациями в морском деле, которые привели к географическим открытиям, а равно изменения в торговле, как межконтинентальной, так и континентальной. Именно они дали толчок к превращению Афроевразийской Мир-Системы в действительно глобальную Мир-Систему. Но мы указываем на изменения в технике как наиболее понятное доказательство того, что промышленная

<sup>6</sup> Конечно, большинство промышленных городов, как уже сказано выше, были мелкими, но зато они появлялись десятками и даже сотнями (см., например: История... 1993: 74).

<sup>7</sup> Правда, там свирепствовала инфляция. Из-за обилия серебра цены потеряли всякую связь с реальностью, жизнь в этом городе «была абсурдной даже для богачей: курица стоила до восьми реалов, яйцо – два реала» и т. д. «Что можно сказать, – добавляет Ф. Бродель, – кроме того, что деньги там ничего не стоили?» (Бродель 1988: 186). Нечто аналогичное позже наблюдалось на пике «золотой лихорадки» на Клондайке или в г. Балларат (штат Виктория) в Австралии.

революция (первый ее этап) началась именно в указанное время, а не только в XVIII столетии (когда проходила ее завершающая фаза). Ибо если в целом промышленная революция связана с заменой ручного труда машинным, значит, ретроспективно техника имеет особое значение.

Впрочем, можно рассматривать изменения в кораблестроении, применение компаса и нового типа парусов, а равно иные перемены в морском кораблевождении именно как технические изменения в особом рода машинах (а корабли вполне можно рассматривать как весьма совершенные машины, работающие на ветровой энергии; см. подробнее об этом аспекте: Гринин 1997–2001 [2000: 123–124]). Тогда роль технических изменений на первом этапе промышленной революции существенно повышается, поскольку без них невозможны были бы и Великие географические открытия. Таким образом, изменения в морском деле, которые постепенно совершались в течение XIV–XV вв., привели к колоссальным изменениям во всем мире. Если рассматривать корабли в вышеуказанном аспекте – как машины, то и развитие мощнейшей отрасли кораблестроения в XVII в. в Голландии, где строилось до тысячи кораблей в год, а также механизацию портового хозяйства можно считать чем-то вроде аналога промышленного переворота (подробнее об этом см.: Там же). Половина всех построенных судов в Голландии шла на экспорт, в то же время в самой Голландии в первой половине XVII в. имелось 15 тыс. судов, а в гавани Амстердама ежедневно бросали якорь до 2 тыс. судов (Ханке 1976: 106, 109; о голландском морском хозяйстве см.: Boxer 1965; Jones 1996; de Vries, van der Woude 1997; Rietbergen 2002; Israel 1995; Roekholt 2004; Аллен 2013). Идею о том, что в мореплавании произошел своего рода промышленный переворот, так как корабли можно рассматривать как машины, а также нижеизложенное положение о том, что торговля шла впереди промышленности, подтверждает и то, что именно в торговле в раннее Новое время (1500–1800 гг.) сформировались впервые современные темпы экономического роста. Среднегодовые темпы роста в этот период (1–1,2 %) наблюдались, в частности, в росте тоннажа грузов по коммерческим морским операциям. Эти изменения дали мощный толчок для глубоких преобразований морских государств, особенно в Северо-Западной Европе (O'Rourke *et al.* 2010).

Важнейшим направлением начальной фазы промышленной революции стало развитие мануфактур, которые появились задолго до начала этой революции. Мануфактуры существовали во многих странах, но там, где промышленная революция запаздывала, они оставались, можно сказать, «пристройкой» к старому хозяйству, а в передовых районах становились важным центром формирования новой системы, в которой основой производственного цикла выступало детальное разделение труда, а не цеховая организация или что-либо подобное. Мануфактура являлась, таким образом, переходной формой между старым и новым, а потому в отличие от машин, расцвет которых наступил в завершающей фазе промышленной революции, именно с ней мануфактура постепенно уходит в прошлое (о технике и технологии мануфактур см.: Мандрыка 1972; Виргинский 1984).

Но еще более важными стали иные виды деятельности: торговля (Манту 1937: 61–62; Бернал 1956: 211; Камерон 2001: 151–152; см. также: Acemoglu *et al.* 2005) и колониальное хозяйство (Бакс 1986). Они не только могли аккумуля-

лизовать наибольшее количество прибавочного продукта, но и оказались восприимчивы к нововведениям. В развитии и той и другой форм деятельности роль географических открытий трудно переоценить, поэтому с XVI в. они сплетались все прочнее. Однако еще до появления колоний торговый капитал стал выступать как центральный элемент новой промышленности. Промышленный капитализм не смог бы состояться без мощнейшего расширения торговли. Говоря о капиталистах, П. Манту подчеркивает, что именно в качестве купцов они приходят к тому, что завладевают всем производством. И добавляет: «Промышленный прогресс был в те времена почти невозможен, если ему не предшествовало какое-нибудь торговое движение», так как старая промышленность «принуждена была соотноситься с состоянием торговых сношений» (Манту 1937: 61–62).

Действительно, капитализм на начальных этапах был преимущественно торговым, во многом и спекулятивным, а не промышленным (этому моменту большое внимание уделил Ф. Бродель [1986–1992; 1993]). Но в переходный период и в незрелой системе так и должно быть. Недаром историки говорят о «сломе старой организации торговли в виде системы закрытых гильдий» и начале роста современной системы конкуренции именно в конце XV–XVI в. (Johnson 1955: 2). Но торговля шла впереди промышленности еще очень долго, даже после завершения промышленной революции (недаром экономические кризисы назывались торгово-промышленными). Вот почему мы назвали этот принцип производства *промышленно-торговым*.

Отметим, что в широких масштабах начинается торговля не только элитарными товарами и шерстью, но и продуктами питания, а также сырьем (в частности, лесом [см., например: Aström 1963]). Так, перевозка хлеба большими партиями на дальние расстояния отмечается именно с XVI в. главным образом по водным – речным и морским – путям (более ранние перевозки могли быть только при особо благоприятных условиях, они отмечаются в юго-восточной Англии и в XIII в.) (Сказкин 1968: 208–209). По некоторым данным, большие партии хлеба вывозили в XVI в. из Польши в страны Европы. В частности, некоторые историки приводят данные, что из Гданьска ежегодно вывозилось до 220 тыс. тонн ржи (см.: Якубский 1975: 34), что, по нашим расчетам, могло прокормить до 1 млн человек, то есть треть населения Голландии или 20 % населения Англии того периода. В Голландии фактически импорт хлеба в XVII в. покрывал до четверти ее потребности в нем (Камерон 2001: 143).

**Замечание о смысле промышленной революции.** Существует ряд мнений, каждое по-своему верное, суммирующих суть промышленной революции. Так, например, Дж. Бернал (1956: 284) говорил о переходе от продовольственного к энергетическому хозяйству, а Н. Винер (1958) – о замене человека и животных как источника энергии. Согласно Э. Ригли (Wrigley 1988), промышленная революция – это переход от органической системы производства к неорганической (то есть от биологической энергии к небиологической). Под неорганической энергией Ригли, конечно, имел в виду паровую энергию, однако принципиально водяная энергия также относится к неорганической (и, как увидим далее, именно на этой энергии в основном базировалась машинная фаза промышленной революции в США). Таким образом, заметный переход к использованию неорганической

энергии мы видим уже с XV в., в течение последующих веков распространение использования этой энергии происходило впечатляющими темпами.

Чаще всего говорят о замене ручного труда машинным. Однако нам представляется, что эти обобщения недостаточно широки. Например, в мануфактуре иногда не было новых механизмов, зато разделение труда доводилось до совершенства. Поэтому мы полагаем, что правильнее было бы обобщить все изменения таким образом: происходила **экономия человеческого труда (и работы животных) в самых разных сферах и формах**. Трудосбережение особенно заметно при замене ручного труда машинным. Тем не менее и в начальной фазе промышленной революции экономия труда была выражена ощутимо. В самом деле, что такое специализация? Это более полное использование каких-то преимуществ, значит, и экономия труда в широком смысле слова. Что такое кредит в условиях металлических денег? Это гигантская экономия затрат на перевозку и охрану денег. Что такое мануфактура? Это повышение производительности труда за счет специализации рабочих<sup>8</sup>.

Таким образом, на начальной фазе промышленной революции, помимо повышения производительности физического труда за счет механизации, специализации, рационализации, также происходила экономия биологической энергии, сложного труда путем замены его простым как в промышленности, так и в учете (в частности, подсчет и хранение денег упрощаются с появлением векселей, кредита, банков), а также и в иных сферах деятельности. Достаточно только представить, какое количество писцов сэкономил печатный станок, который создал, по выражению М. Маклюэна, «галактику Гутенберга» (Маклюэн 2005).

#### **4.2. МОДЕРНИЗАЦИОННАЯ (СРЕДНЯЯ) ФАЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ И СКЛАДЫВАНИЕ НОВЫХ ОТНОШЕНИЙ**

В XVI в. новый принцип производства укрепился, но еще не преобладал. Последняя треть XVI – первая треть XVIII в. – это второй его этап (первичной модернизации), период роста и развития новых секторов, пока они не стали ведущими в отдельных обществах (Голландия и Англия). Но во всех странах однобокость хозяйств заметно уменьшается, идет процесс распространения новых форм производства с постоянным их усовершенствованием. Постепенно складывается более сложное комплексное раннекапиталистическое товарное хозяйство с особыми комплексами в промышленности и горном промысле, сельском хозяйстве, мореплавании и рыболовстве, торговле и колониальном хозяйстве. Можно считать, что в XVI–XVIII вв. сформировался новый промышленный сектор, который был реальным и радикально отличался от ремесленного уклада. В целом он еще базировался на ручном труде, хотя на подсобных и второстепенных направлениях применялась механизация.

**Рост объемов.** Последняя треть XVI – первая треть XVIII в. – это период, когда происходит процесс распространения новых форм производства с посто-

<sup>8</sup> В этой связи стоит отметить: хотя мы не согласны с Кларком, что определение «промышленная» для революции выбрано неудачно (Кларк 2013: 273), но мы вполне согласны с тем, что «промышленная революция отнюдь не ограничивалась одной промышленностью» (Там же: 274). И это последнее характерно для всех фаз промышленной революции, на которых мы видим огромные изменения в сельском хозяйстве, транспорте, связи, науке и быте.

янным их усовершенствованием. Здесь, разумеется, произошло также множество качественных перемен, улучшающих открытий и изобретений, сыгравших важную роль в будущем, но по инновационности они были менее значимы, чем изменения начальной фазы<sup>9</sup>. В то же время конец XVI – начало XVIII в. были периодом, в течение которого размах и масштабы промышленного принципа производства превысили все прежние представления. Приведем несколько примеров. Золото и серебро стали добываться в таких масштабах, что уже в конце XVI и начале XVII в. это вызвало во многих странах Европы и Азии резкие инфляционные процессы, так называемую «революцию цен» (см. о некоторых ее последствиях, например: Barkan, McCarthy 1975; Goldstone 1988; Литаврина 1972; Fisher 1989; North 1994; Braudel, Spooner 1980). Никогда торговля не велась на таких огромных пространствах, столь большие районы не зависели от промышленности, а торговля промышленными изделиями не была столь велика. Никогда ранее не было такой высокой концентрации машин и столь высокой производительности труда. Некоторые новые отрасли демонстрируют очень впечатляющие темпы роста и объемы производства. Так, в Англии за 1540–1640 гг. добыча свинца, олова, меди, соли увеличилась в 6–8 раз, железа – в 3 раза (см.: Лавровский, Барг 1958: 63; см. также: Tylecote 2002; Аллен 2014). Машины становились все более распространенными, в том числе они активно применялись просвещенными правителями для создания особых эффектов или дополнительного комфорта (например, лифты и т. п.). Среди таких машин в XVII в. была и грандиозная «машина Марли»; она представляла сложную систему из колес (14 водяных колес диаметром 12 метров) и 221 насоса, служивших для поднятия воды из Сены по Лувесьенскому акведуку (640 м) в большой водоем на высоту 155 м, откуда она была проведена в Версаль (8 км расстояния), фонтаны которого питала<sup>10</sup>.

С одной стороны, указанный период – это время экстенсивного развития, когда постоянно расширяется использование вновь открытых или введенных в оборот ресурсов. В частности, мощные флоты и металлургия потребовали колоссального количества древесины. Рост выплавки металла на древесном угле во многих случаях начинал тормозиться из-за нехватки топлива. Для производства одной тонны чугуна требовалось 20–30 взрослых крупных деревьев (Черноусов и др. 2005: 320). Поэтому из стран, где леса было в избытке, например из Швеции, рос экспорт черных металлов, объем которого достиг в конце XVII столетия огромных для того времени цифр – 30 тыс. т (Камерон 2001: 149; Aström 1963; Hall 1980; Wilson 1980). Кораблестроение требовало древесины во все возрастающих масштабах. Только для постройки одного военного парусного корабля требовалось до 400 вековых дубов. Одна лишь Непобедимая армада стояла Испании более полумиллиона вековых деревьев (Толстихин 1981: 36). С другой стороны, столь напряженное потребление традиционных ресурсов приводит в некоторых странах к их дефициту. Наиболее ярко это проявлялось в отношении древесины в Нидерландах и Англии, вынужденных покупать ее в

<sup>9</sup> Например, в металлургии и металлообработке, где стали применять прокатные станы и усовершенствованные водяные молоты (Виргинский 1984: 56).

<sup>10</sup> О связи науки, механики и техники этого и последующих периодов см.: Мандрыка 1972; 1975; Григорьян, Погребысский 1971; Иванов, Чешев 1977; Силин 1983.

огромных объемах<sup>11</sup>. Так, половина физического импорта Англии в конце XVII в. занимала древесина (Камерон 2001: 155). Данная ситуация вела к расширению торговли и прочному включению в международное разделение труда таких стран и регионов, как Польша, Прибалтика, Швеция, Россия и Северная Америка, где ресурсов было много. Но главное – она способствовала широкому внедрению новых видов сырья и источников энергии, особую роль среди которых играл каменный уголь. Неудивительно, что в Англии добыча каменного угля с 1560 по 1680 г. выросла в 14 раз, достигнув 3 млн т в год (см.: Лавровский, Барг 1958: 63; см. также: Tylecote 2002; Аллен 2014). Аналогично стремительно расширялась и торговля хлебом (см. выше), а дефицит продуктов питания кое-где способствовал интенсификации сельского хозяйства. Семимильными шагами развивается денежное хозяйство: наличные деньги все сильнее вытесняются из крупного оборота, зато появляются банки, биржи и страховые компании. Уже возникают и первые промышленные кризисы, связанные с изменениями технологий, открытием более мощных или дешевых природных ископаемых. Так, прежде крайне важные серебряные рудники в Германии, Богемии, Венгрии хиреют под влиянием конкуренции американского серебра (Бакс 1986; Braudel, Spooner 1980; Tylecote 2002). Этот период также породил и первые биржевые и торговые кризисы (см. подробнее: Бродель 1986–1992; Гринин, Коротаев 2009а; Гринин 2012б; см. Приложение 2).

**Рыболовство и мореплавание.** В мореплавании произошли огромные изменения, позволившие развить мощные торговые потоки. Развитие шло в сторону постоянного совершенствования кораблей, которые, как уже было сказано выше, можно считать очень эффективными машинами, превосходившими по производительности любые сухопутные. Если в XV в. преобладали суда грузоподъемностью от 50 до 200 т, то в XVI в. появились исполинские суда грузоподъемностью от 500 до 2 тыс. т (Чистозвонов 1991: 15). Развитие мореплавания сказывалось на мощном росте добычи рыбы и морепродуктов, а также на морском промысле.

«Крупномасштабный лов трески на ньюфаундлендских отмелях с конца XV в. стал настоящей революцией», – пишет Ф. Бродель (1986: 234). Объемы добычи трески постоянно росли. Считалось, что богатство Голландии проистекает от торговли сельдью. По некоторым данным, в период около 1640 г. вылавливалось в среднем в год более 20 тыс. тонн одной только сельди, а в 1619 г. через Зунд ее вывезли свыше 14 тыс. тонн. Валовой улов рыбы оценивают в огромную сумму – более чем 20 млн флоринов в год (Чистозвонов 1978: 147). В Англии поощрение рыболовства было государственной политикой при королеве Елизавете. Правительство издавало законы, предписывающие соблюдение «рыбных дней»: никто из подданных королевы не смел есть мяса во время Великого поста или в пятницу, к которой иногда добавлялась и среда (то есть по крайней мере 25–30 % дней в году). Это объяснялось не столько религиозными, сколько политическими целями: поддержать население, которое занимается плаванием в дальних водах, оживить пришедшие в упадок приморские города

<sup>11</sup> Ряд исследователей, начиная с работы Дж. Нефа (Nef 1932; Hatcher 1993), называют эту ситуацию дровяным кризисом, хотя другие авторы (Flinn 1959; Hammersley 1957) не согласны с таким определением. Однако так или иначе, дефицит древесины имел место (см.: Аллен 2014: 131–134).



и сократить потребление мяса, чтобы уменьшить обращение пахотных земель в пастбища (Тревелиян 1959: 212).

Очень важным промыслом в XVII в. стала добыча китов. У берегов Шпицбергена на летний промысел китов собиралось до 300 различных кораблей. Часто китовая добыча велась под охраной военных эскадр, и дело доходило даже до морских сражений (см.: Зингер 1981: 42–43). Только одна Голландия добывала огромное количество этих животных. Максимальная добыча была достигнута в 1685 и 1698 гг. и составила весьма солидные цифры: соответственно 1383 и 1488 китов и около 56 тыс. бочек сала (Чистозвонов 1978: 147).

Таким образом, подобно тому, как в период примитивного сельского хозяйства, свойственного варварским народам, длительное время сектор сельского хозяйства сочетался (например, у ирокезов [см.: Фентон 1978]) с остававшимся все еще очень важным присваивающим сектором (см.: Гринин 2003а), так и в сверхсложных аграрно-ремесленных обществах и даже еще в ранних буржуазных *городской сектор производил значительное количество пищевых ресурсов (а также технического сельскохозяйственного или иного сырья)*.

**Изменения в сельском хозяйстве. Рост товарности и тенденция к формированию фермерства.** В XVI – первой половине XVII в. во Франции, Англии, Северо-Западной Европе складывается благоприятная конъюнктура для увеличения производства и расширения поставок сельскохозяйственной продукции.

Это стимулировало многочисленные перемены в течение данного и последующего периодов в формах хозяйствования, росте крупных инвестиций в улучшение земель (многополье, внесение неорганических удобрений, травосеяние, дренаж и мергелирование, особые способы обработки почвы и т. п.)<sup>12</sup>. В результате начался процесс формирования фермерского и капиталистического хозяйств. Для увеличения площадей пахотных земель и пастбищ для крупного рогатого скота в это время стали широко прибегать к осушению болот и топей, дренажным и мелиоративным работам, освоению засоленных почв на побережьях. В частности, в сельском хозяйстве Англии новый тип владельцев осваивал пустоши и осушал болота, чтобы без помех со стороны общин устраивать пастбища, вводить усовершенствования. Эти мероприятия в Англии были частью процесса огораживания земель, в результате которого общинные земли переходили в частную собственность, а многие крестьяне вынуждены были покинуть свои земли. Огораживания были ускорены повышенным спросом на шерсть. Изменение системы землепользования позволило изменить и технологии.

Прогресс в сельском хозяйстве в XVI в. слабо проявился в сельскохозяйственной технике, зато серьезные новшества достаточно широко стали применяться в методах землепользования (часть из них была известна и ранее, но не получила нужного развития). От традиционных двухполья и трехполья стали все чаще переходить к более сложным севооборотам с интенсивным использованием земель, ранее остававшихся под паром. Большой популярностью стали пользоваться бобовые, а также клевер, чередовавшийся с зерновыми: он обога-

<sup>12</sup> Некоторые технологии, такие как «техника зеленого удобрения», то есть пахота под клевер, горох и другие растения, фиксирующие атмосферный азот, были изобретены еще в XIII в., но распространились много позже. Это позволяло оставлять меньше земли под паром (либо вовсе не оставлять), а вводить четырехполье или многополье со сменой выращиваемых культур (см.: Камерон 2001: 73–74)

шал почву и к тому же был прекрасным кормом для овец. Эта система зародилась в тех графствах, которые всегда были житницей Англии и основными поставщиками зерна (Кенте, Суррее, Эссексе, Норфолке), и в скором времени получила широкое распространение. Следующим шагом в интенсификации зернового хозяйства стала более сложная система так называемого «обращаемого земледелия» (*convertible husbandry*) (Thomas 1967; Clarkson 1971). Суть ее состояла в том, что пашне позволяли на несколько лет естественным путем зарастать травой и оставляли ее «отдыхать» на 7–12 лет, в течение которых она служила пастбищем для овец или крупного скота, то есть продуктивно использовалась. Затем землю вновь распахивали и 5–7 лет выращивали на ней зерновые. Предельный срок составлял 12 лет, иначе дальнейшая распашка привела бы к окончательному уничтожению корневой системы трав, это не позволило бы им восстанавливаться. Зерновые сеяли в следующем порядке: овес – ячмень – пшеница. Система «обращаемого» земледелия давала более высокий урожай как зерна, так и трав (Дмитриева 1990: 8–9).

Значительные изменения в сельском хозяйстве Англии в XVII – первой половине XVIII в. часто называют аграрной революцией, поскольку повышение сельхозпроизводства шло за счет роста производительности труда, очень высокого для тех времен – с 1600 по 1750 г. производительность труда увеличилась примерно в 2 раза (см.: Dennison, Simpson 2010: 150, Table 6.2). Наблюдалось также сокращение наемных рабочих (Голдстоун 2014: 65, 67), что дало толчок для роста несельскохозяйственного сектора в Англии.

В целом в XVIII в. темпы роста сельскохозяйственного производства здесь обгоняли темпы демографического роста: «...за столетие (1700–1800) английское сельское хозяйство удвоило свою продукцию при росте населения страны с 5,5 млн до 9 млн», то есть при росте продуктов питания на 100 % население выросло на 64 % (Рейснер 1986: 233; см. также: Манту 1937: 127; Тревельян 1959: 358; Bairoch 1971: 47). В прежние времена рост населения на две третьих, скорее всего, вызвал бы социально-демографическую катастрофу. При этом надо учитывать реальное снижение смертности. Развитие сельского хозяйства дополнительно привело к тому, что к середине XVIII в. Англия не только полностью обеспечивала себя зерном, но и более того, «экспорт зерновых из Англии к 1750 г. достиг 200 тыс. т, или 13–15 % внутреннего потребления страны. В связи с этим Англию в XVIII в. называли зернохранилищем Европы» (Галич 1986: 191 со ссылкой на: Bairoch 1971: 30).

В результате аграрной революции в XVIII в. в Англии уже нельзя было представить сквайра, который не осушал бы болот и не огораживал бы землю, в то время как в XV в. нельзя было представить сельского дворянина, который бы не стремился подражать наиболее уважаемым соседям, уделявшим хозяйству и выжиманию ренты лишь малую часть времени и энергии, в основном поглощенных расширением своих родовых владений и богатств путем брачных договоров, а часто вооруженным захватом владений соседа, которым, однако, пытались придать законную форму (Тревельян 1959: 81). Между этими полюсами хозяйственной ментальности и лежит XVI в. Можно привести мнение Дж. Голдстоуна: «В Англии в 1500 г. преобладала сельскохозяйственная, натуральная (*subsistence*), семейно-крестьянская экономика. К 1640 г. натуральное крестьянское хозяйство стало редким в значительной части Англии; на его месте возникли большой рыночный фермерский сектор, достаточно высокий уро-

вень специализации и товарности даже на семейных фермах, а также быстро растущий городской сектор» (Goldstone 1984: 1132).

Высокие цены позволяют наиболее выгодно использовать капитал, в том числе на окультуривание новых земель. Например, в результате деятельности только графов Бедфордов и их последователей по мелиорации и осушению болот в XVII–XVIII вв. к «обрабатываемой площади королевства прибавилась новая область длиной 80 миль и шириной от 10 до 30 миль» (Тревелиян 1959: 138, 244–247). По словам Дж. М. Тревелияна, «победа над природой в заболоченных местностях была одержана благодаря накоплению капитала и его вложению в предприятие, заранее широко задуманное людьми, которые готовы были рискнуть большими средствами и ждать, пока они окупятся через двадцать лет или через еще больший срок. Осушение болот давно было известно в мировой истории, но в нашей стране оно представляет собой один из первых примеров действия современных экономических методов и поэтому заслуживает быть специально отмеченным в социальной истории» (Там же: 247–248).

Очень активно развивалось создание новых сельскохозяйственных угодий (польдеров) в Голландии, имевшей многовековой опыт отвоевывания земель у моря. При этом откачка воды производилась специальными двигателями, работающими на ветряной энергии.

Согласно данным А. Н. Чистозвонова (1978: 162), способами пolderизации и приращения земель путем создания дамб в Голландии было осушено: в 1590–1615 гг. – 36 213 га; в 1615–1640 гг. – 44 574; в 1640–1665 гг. – 29 090; в 1665–1690 гг. – 12 380; в 1690–1715 гг. – 12 535; всего – 134 792 га, на что пошло до 150 млн гульденов. При этом пolderы в основном становились районами высоко товарного растениеводческого или животноводческого хозяйства, а арендная плата на таких землях была очень велика. Пolderизация значительно способствовала росту числа фермеров-капиталистов. Особенно интересно, что государство активно поощряло такого рода инвестиции (Там же; см. также: Удальцова, Карпов 1990: 159; о развитии пolderов и осушении болот в Европе в последующие века см.: Винокурова 1994: 265–266). Сельское хозяйство становилось настолько товарным, что фермеры стремились выращивать наиболее выгодные культуры. Например, производство льна на плодородных отвоеванных у моря землях [пolderах] всего с 0,65 га могло обеспечить средствами к существованию целую голландскую семью [Винокурова 1994: 268]). При понижении цен на хлеб земли использовались под виноград, иные культуры или под пастбища (Там же: 264).

В целом к концу XVII – середине XVIII в. в наиболее развитых странах достаточно широко внедряются правильные севообороты с чередованием зерновых и корнеплодов, даже начинается применение сельхозмашин: веялок, усовершенствованных плугов, молотилок и другого (см., например: Безрукий, Макеев 1984: 119–120). Можно отметить и специальное разведение молочного скота для городских рынков, улучшение породистости и продуктивности скота, стойловый откорм и т. п.

Нельзя также не отметить, что в XVI–XVIII вв. из Нового Света в Старый распространились очень ценные и продуктивные сельскохозяйственные культуры, прежде всего такие как кукуруза и картофель, сыгравшие важную роль в развитии сельского хозяйства, расширении экологической ниши и обеспечении

роста населения, причем не только в Европе, но и в Азии и Африке (в последних большое значение имел батат, или сладкий картофель).

**Рост грамотности и производства.** Изобретение технологии книгопечатания в середине XV в. Иоганном Гутенбергом очень многое изменило в жизни общества<sup>13</sup>. Сама полиграфическая деятельность превратилась в передовую промышленную отрасль, в которой было занято много тысяч специалистов и рабочих. К концу 1500 г. книги выпускали уже в сотнях городах Европы, где действовало более тысячи типографий. За первые полвека было отпечатано несколько десятков тысяч изданий общим тиражом в миллионы экземпляров.

Рост грамотности, опиравшийся на рост производства книг, в описываемый период был в первую очередь связан с урбанизацией, потребностью в знаниях и реформаторским движением. Так, за период возникновения и укрепления протестантизма в Европе было напечатано 500 млн экземпляров Библии (Назарчук 2006: 79) – невероятное количество для прежних рукописных технологий. Однако рост грамотности имел самые разнообразные последствия, включая рост производительности, преобразование системы образования и расходов на него, рост научных открытий, изобретений и т. п. (о выдающихся изобретателях раннего Нового времени см., в частности: Бек 1933). Таким образом, фактор грамотности становится с определенного момента фактором роста производства вообще (и производства продуктов питания, в частности).

Разумеется, специальные книги в целом не могли сравниться по тиражам с Библией, но общее количество специализированных технологических книг в Европе (и в Англии, в частности), как и их суммарные тиражи, тоже было немалым<sup>14</sup>. В целом, по некоторым подсчетам, в XVI в. в Англии было издано 35 сочинений по сельскому хозяйству, и процесс этот стремительно нарастал: в XVII в. было издано уже 113 таких сочинений (Сапрыкин 1972: 151). Отметим, что самый авторитетный в Англии трактат по агрикультуре второй половины XVI в. (*Good Points of Husbandry* Томаса Тассера) содержал целую главу, специально посвященную обоснованию превосходства огороженной земли над общинной. О чрезвычайной популярности этого трактата среди джентри и зажиточных сельских хозяев говорит тот факт, что с момента его появления в 1557 г. до 1640 г. он переиздавался двадцать раз (Дмитриева 1990). В 1731 г. вышел в свет труд Джетро Туля «Новый способ ведения пахотного хозяйства, или Опыт и принципы обработки земли и выращивания растений», который во многом подводил итог сельскохозяйственных достижений раннего Нового времени (см.: Жуков и др. 1955–1965, т. 5: 482). Огромные изменения произошли в технологиях хранения и распространения информации вместе с развитием книгопечатания. XVI столетие стало, по мнению исследователей, переломным моментом в оформлении специфических видов информации, то есть технических и практических книг (Люблинский 1972: 161; см. также: Маклюэн 2005). Особенно можно отметить такие произведения, как книгу о военных машинах Вальтурио да Римини (напечатанную впервые в 1472 г.), трактат Дюрера о фортификационных сооружениях (1527), «О пиротехнике» Бирингуччо (1540), труд по баллистике Никколо Тарталья (1537), о рудах,

<sup>13</sup> Собственно, главным стало изобретение разборного металлического шрифта, остальные составляющие уже имелись.

<sup>14</sup> Данные по России первой четверти XVIII в. (когда Россия активно заимствовала технологические знания из Европы) может дать представление о роли технической книги. В этот период удельный вес технических книг в общей массе книг составлял почти четверть (Черняк 1969: 59).

горных породах и разработках – «Горная книжка» У. Р. Кальбе (1505) и «Космография» Себастиана Мюнстера (1544), трактаты по горной инженерии Георга Агриколы «О горном деле и металлургии» (1546 и 1556), «О различных искусных машинах» Агостино Рамелли (1588), трактаты по искусству навигации Уильяма Барлоу (1597) и Томаса Гарриота (1594), труд об отклонении магнитной стрелки бывшего моряка и конструктора компаса Роберта Нормана (1581). В конце XVI в. получил распространение новый жанр таких книг, известный как «театр машин». Первый «театр» был создан Жаком Бессоном (1571–72 гг.). Можно отметить также «Новый театр машин и сооружений» архитектора города Падуи (Италия) Витторио Зонка (1607)<sup>15</sup>. В течение двух столетий эти книги служили незаменимыми справочными, технологическими и учебными пособиями по технике.

**Изменения в обществе. Рост напряжения. Рост мануфактуры.** В результате распространения мануфактуры, товарного хозяйства, новой техники и торговли произошли существенные изменения в социальной структуре общества и в обострении идеологической борьбы. Напомним, что XVI в. – это век религиозной борьбы и появления социальных утопий. Несомненно, что упрочение нового принципа производства вызвало ожесточенную идейную и политическую борьбу в виде Реформации и религиозных гражданских войн, а также ранних буржуазных революций. В социальном составе общества наиболее важные изменения произошли благодаря, во-первых, созданию более крупных и товарных хозяйств, что вело к разрушению старого крестьянского и господского укладов, а во-вторых, за счет распространения промышленного уклада. Дж. М. Тревельян считает, что в XVI в. английское общество переходило от системы широкого распределения земли среди крестьян при низкой ренте, установившейся во времена недостатка рабочих рук в XIV–XV вв., к новой системе постепенного отмирания крестьянских держаний и их укрупнения в большие (капиталистические) фермы с высокой арендной платой. Это означало дальнейшее сокращение натурального сельского хозяйства и расширение производства для рынка. В течение XVII и XVIII столетий крестьянин как таковой постепенно исчезает, превращаясь или в арендатора, или в йомена, или в безземельного рабочего, трудящегося на крупной арендованной ферме, или в городского рабочего, совсем оторванного от земли (Тревельян 1959: 140; см. также: Goldstone 1984). Но главное, английский историк уверен, что такая перемена была необходима, чтобы кормить увеличивающееся население Англии, преумножать национальное богатство и сделать возможным повышение общего уровня жизни, который был обеспечен новой экономической системой за счет исчезновения старого жизненного уклада. Однако это был очень болезненный и тяжелый процесс, вызвавший много возмущений, сопротивления, жестоких законов и т. п. Хотя в то же время, как мы видели выше, огораживания способствовали наиболее производительному использованию земли (см., например: Дмитриева 1990).

В целом развитие сельского хозяйства в Англии в XVII–XVIII вв. могло обеспечить население продовольствием и увеличить экспортную выручку стра-

<sup>15</sup> Самый полный «Театр машин» был создан уже в начале XVIII в. саксонским механиком Якобом Лейпольдом в 9 фолиантах, кстати, с финансовой помощью Петра Великого (см.: Боголюбов 1988: 35). Среди подобных книг стоит также упомянуть труд Жана де Кайля «История типографского и книжного дела» (1689), пожалуй, первый в истории труд по историографии книжного дела (Ростовцев 2007: 24).

ны, поскольку вело к росту трудосбережения, что в итоге способствовало промышленному перевороту, ведь это удалось сделать, сократив число занятых в сельском хозяйстве на треть (Голдстоун 2014: 65–67; Overton 1996: 82). Но если в стране появились лишние руки, которые были не нужны в сельском хозяйстве, они находили себе применение в промышленности (разумеется, это одновременно создавало и социальное напряжение в обществе). Важным аспектом, объясняющим, почему рост производительности труда в сельском хозяйстве мог стимулировать применение машин, является следующее: по подсчетам Г. Гиббинса (1898: 147), в первой половине XVIII в. в Англии чистый продукт на одного занятого в промышленности составлял 9 ф. ст. в год, а в сельском хозяйстве – 18,3 ф. ст. в год. Следовательно, без повышения производительности в промышленности инвестиции в нее оказывались менее выгодными, чем в сельское хозяйство.

Распространение рассеянной мануфактуры и рост товарности привел к тому, что очень большая часть людей оказалась вовлечена в процесс производства промышленных изделий, а также была связана с конъюнктурой спроса на шерсть. Так, например, в одном английском официальном документе около середины XVII в. говорилось, что благополучие 2/3 англичан зависит от мануфактуры (Лавровский 1973: 248). Это объяснялось тем, что и сельское хозяйство, и промышленность были ориентированы на производство и продажу шерсти, а «сукноделие стало к концу XVI в. главной отраслью английской промышленности... Обработкой шерсти занимались в местечках и в новых городах, в сотнях деревень, во множестве графств страны цеховые мастера и свободные от цеховых регламентаций сельские ремесленники, совмещавшие ремесло с земледелием» (Лавровский, Барг 1958: 64; см. также: Wilson 1980; Аллен 2014: 36, 37).

Рассматриваемый период – это, с одной стороны, время развития потенций, открытых первым этапом промышленной революции, в том числе и в плане более свободного технического творчества. Совершается множество изобретений, создается патентное право<sup>16</sup>. В XVII в. формируется прародительница современной науки, часто и справедливо этот период именуют научной революцией. В связи с тем, что «математика стала инструментом физических исследований» (Singer 1941: 189), роль науки как непосредственной производительной силы принципиально возросла. Если раньше только астрономия (в сельском хозяйстве и навигации) могла быть отнесена к производительным силам, то теперь таковыми становятся оптика, механика, химия и другие отрасли. Наука постепенно складывается и как организованная социально-информационная и образовательная система, во многом формируясь на принципах самоорганизации (см.: Гринин 2012в; Ошарин и др. 2006: 68).

<sup>16</sup> По нашему мнению, оно сыграло выдающуюся роль в том, что именно в Англии началась завершающая фаза промышленной революции. О роли патентной системы в этом отношении ведутся дискуссии (см.: Мокут 2002; обзор мнений см.: MacLeod 2009). Патенты в современном понимании этого слова появились в конце XV в. в Венецианской Республике (Machlup, Penrose 1950; Мокир 2012: 74). Они были известны во многих странах Европы, в том числе использовались для привлечения иностранных специалистов, но наибольшее развитие получили в конце XVI – XVII в. в Англии. В частности, в 1623 г. в Англии был принят закон, по которому собственность и авторские права изобретателя в разных областях науки и ремесел охранялись жалованной грамотой или патентом (Орд-Хьюм 1980: 205–206; Мокут 2002). Дальнейшее развитие произошло в начале XVIII в., когда с 1711 г. в Англии впервые обязательным стало предоставление подробного описания изобретения (Михайлов 2007).

Но с другой стороны, это время усиления консерватизма – от контрреформации до политического господства представителей цеховой и гильдейской верхушки. Во многом именно по причине возрастающего влияния этого слоя Голландия начинает отставать в своем развитии от Англии. Разумеется, для замедления темпов развития Голландии было много причин, связанных с ухудшением конъюнктуры и развитием конкуренции в ряде других стран, а также усилением военного соперничества с Англией, Францией и другими государствами (см.: Rayner 1964; Boxer 1965; Snooks 1997; Jones 1996; de Vries, van der Woude 1997; Rietbergen 2002). Так или иначе, со второй половины XVII в. экономическое (и демографическое) положение этой страны начало ухудшаться, однако уровень заработной платы в Голландии оставался высоким<sup>17</sup>.

Регламентация, стремление все упорядочить и определить были все еще крайне сильными. Так, в документе кануна английской революции читаем: «Другой причиной упадка суконного производства мы считаем ворсовальную машину, которая часто применяется вопреки закону и о которой мы получаем различные жалобы в связи с тем большим злом и вредом, который приносят эти машины при изготовлении сукон; никакими иными путями невозможно устранить этого, кроме как окончательным уничтожением их каким-нибудь осторожным и искусным образом; мы не можем знать, как какая-либо из этих машин используется в других странах, но в нашем королевстве, где эти машины запрещены во всех частях, кроме Глостершира, и где их с каждым днем все больше и больше [они используются] к великому, немилосердному ущербу и вызывают опасность разрушить производство, если не будет принято своевременных мер»<sup>18</sup>. Но надо ясно понимать, что, препятствуя внедрению машин, люди боролись за благополучие широких слоев трудящихся или мелких хозяев против попыток отдельных предпринимателей получить высокие прибыли. С их точки зрения они были абсолютно правы. Это еще один штрих к важной идее, что, образно говоря, прогресс ходит нехоженными тропами, используя для продвижения вперед нередко не только высокие, но и низменные страсти и стремления людей, разрушительную конкуренцию, эксплуатацию, вражду и борьбу.

Так что неудивительно, а вполне закономерно, что старая цеховая система в городах оказывала сильное сопротивление техническим и иным новшествам путем прямых запретов или королевских указов в свою пользу, изгоняя изобретателей и промышленников, уничтожая изобретения<sup>19</sup>. Например, кельнским портным запретили в 1397 г. пользоваться станком для насадки головок на английские булавки. Английский парламент под давлением ремесленных цехов был вынужден запретить в 1552 г. пользование ворсильной (ворсовальной) ма-

<sup>17</sup> По некоторым данным, уровень оплаты труда в Англии сравнивался с голландским только к 1800 г. (de Vries 1985: 673). Скорее, это произошло уже во второй половине XVIII в. В любом случае, согласно исследованиям Аллена, Кларка и их коллег (Allen 2001; 2007; 2009; 2011; Allen, Bengtsson, Dribe 2005; Allen *et al.* 2005; 2011; Clark 2001; 2003; 2005; 2007), во второй половине XVIII в. реальная заработная плата в Британии и Нидерландах была самой высокой в Европе и мире, но в XIX в. голландские зарплаты существенно снизились по сравнению с английскими.

<sup>18</sup> Отчет королевской комиссии о суконной промышленности, 1640 г. (см.: Лавровский 1973: 32). Еще и в XVIII в. действовали и даже принимались законы, ограничивающие возможности развития производства, в том числе закон об обязательном 7-лестнем сроке ученичества для того, чтобы начать какое-нибудь дело.

<sup>19</sup> Стереотипной формулой многих немецких цеховых уставов XVI в. было: «Никто из ремесленников цеха не должен задумывать и изобретать какие-либо новшества или вводить их» (История Европы 1993; т. 3: 70). Впрочем, желание уничтожить машины наблюдалось еще и в начале XIX в.

шиной с приводом (см. выше). А в 1623 г. Чарльз I издал указ об уничтожении машины, производившей иглы (Лилли 1970). Но семя уже проросло: стремление к улучшениям и прибыли остановить не удавалось ни в промышленности, ни в сельском хозяйстве. Предприниматели переносили производство за город, в села, раздавая работу на дом. Так развивалась рассеянная мануфактура. В новых городах запреты были слабее, и капиталы устремлялись туда. В сельском хозяйстве, как мы видели выше, новый тип владельцев осваивает пустоши и осушает болота, чтобы без помех со стороны общин устраивать пастбища, вводить усовершенствования. Общеизвестно, что капитализм быстрее всего развивался в новых, не связанных регламентацией отраслях<sup>20</sup>, а механизация шла особенно интенсивно там, где было мало работников, в частности в Новом Свете.

В целом идет борьба против регламентации, за инициативу в сочетании с частным интересом, которая была одним из главных двигателей нового типа прогресса, хотя она может быть и разрушительной, и очень часто бывает эгоистичной. Таким образом, переходное противоречие постепенно разрешается как путем чисто производственных изменений, неизбежно ведущих за собой остальные, так и путем политических революций и изменений в законодательстве. И в результате, говоря словами одного историка, в Европе устанавливается «новый дух» во всех сферах (Rayner 1964: Ch. 17).

### 4.3. ЗАВЕРШАЮЩАЯСЯ ФАЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ<sup>21</sup>

#### Предварительные замечания

**Почему Англия?** В 30–60-х гг. XVIII в. в Англии начинается **завершающая фаза** промышленной революции, приведшая к созданию машинной индустрии. Вопрос, почему именно Британия стала родиной машинной индустрии, является одним из самых дискуссионных (некоторые мнения см.: Голдстоун 2014; Grinin, Korotayev 2015a: ch. 2). Имеется много причин, которые определили лидерство этой страны, при этом важно иметь в виду, что причины действовали в комплексе, создавали цепочку событий, каждое звено которой определяло последующие.

Укажем на некоторые социально-экономические особенности Англии, которые можно рассматривать как причины лидерства Британии в это время (подробнее см.: Grinin, Korotayev 2015a: ch. 2).

1. Экономическая политика английской монархии за отдельными исключениями уже с конца XV в., то есть с запретительной пошлины на экспорт необработанной шерсти Генрихом VII, была направлена на поддержку промышленности, что способствовало ее росту и в целом увеличению богатства (см.: Reinert 2007; Райнерт 2011). Англия активно заимствовала европейские инновации благодаря соответствующей политике и законам (в частности, и вышеупомянутые законы о патентах были направлены на поощрение искусных иностранцев обосновываться в Англии). Внутренний мир в течение XVI и первых десятилетий XVII в. также способствовал экономическому росту.

<sup>20</sup> Очевидно, что промышленный переворот не мог начаться в старой и охраняемой законами и монополиями шерстяной промышленности по причине консерватизма ее организации (Цейтлин 1940; Шейпак 2009).

<sup>21</sup> Ряд важных фактов об этом периоде приведен в *Приложении 2*.



2. Британия выиграла от религиозных войн в Европе в XVI столетии, поскольку из разных стран туда переселялись искусные мастера, которых по религиозным мотивам преследовали на родине<sup>22</sup>. Общеизвестно, что Англия выиграла и от Великих географических открытий. Возможность «лишним» людям уезжать в колонии рано дала толчок в направлении экономии труда.

3. В отличие от французских дворян английские джентри вовсе не считали коммерцию позорящим занятием и активно участвовали в ней. А, например, во Франции дворянам было зазорно заниматься ею, да и такие занятия для дворян были запрещены фактически (Гордон, Поршневу 1972: 262), особенно после разгрома южных гугенотов, более склонных к коммерции, чем северяне. То есть английское дворянство было намного менее «праздным классом», по Т. Веблену (Veblen 1973[1899]; Веблен 1984), чем французское, испанское и другое европейское. Тревельян отмечал, что Англия избежала «резкого деления на строго замкнутую касту знати и на непривилегированную буржуазию», что имелся рост инвестиций в английскую экономику (Тревельян 1959: 144), в которую также инвестировались капиталы, полученные в результате эксплуатации Индии.

4. Укажем на особенности развития английского сельского хозяйства, которое было издавна связано «с далекими рынками, намного раньше английской промышленности стало выгодным объектом приложения капитала, сферой крупного производства, рассчитанного на массовый сбыт (см. выше). Экономическую эволюцию английской деревни ни в коем случае нельзя понять и объяснить вне связи с городским хозяйством не только Англии, но и континента» (Лавровский, Барг 1958: 76–77).

Говоря современным языком, Англия была сырьевым, аграрным придатком европейской промышленности, и это впоследствии дало ей преимущества. Поскольку она являлась единственной в мире страной, где соответствующая мануфактурная стадия производства была достигнута в земледелии не только одновременно с промышленностью, но и в ряде случаев раньше ее, а новый способ производства в деревне внедрялся наиболее решительно вопреки старым формам землевладения (Там же), база для капитализма там была шире, так как тем или иным способом захватывала основную массу населения, а сверхприбыльных непроизводственных источников – меньше<sup>23</sup>.

5. Несомненно, важную роль сыграло наличие в Англии крупных запасов каменного угля и низких цен на него по сравнению с древесным углем (на что обращает внимание целый ряд исследователей [см., например: Аллен 2014; Romeranz 2000; Голдстоун 2014]). Роль угля трудно переоценить, как и появление эффективной паровой машины. Однако в этом плане важно различать собственно начало завершающей фазы промышленной революции и возможности этой революции в течение данной фазы. Для ее начала, мы полагаем, наличие угля не играло решающей роли, но для ее распространения и завершения имело очень важное значение.

<sup>22</sup> В частности, существенную роль в развитии английской хлопчатобумажной отрасли в XVIII в. сыграли французские мастера-гугеноты, узнавшие секреты индийских хлопчаткачей. В 1681 г. Кольбер ввел запрет на выделку хлопчатобумажных тканей во Франции, чтобы они не конкурировали с производителями шерстяных и шелковых тканей.

<sup>23</sup> В Голландии слишком высокие доходы от торговой и ростовщической деятельности подавили возможность совершения машинного промышленного переворота.

Действительно, промышленная революция началась в текстильной промышленности и в принципе могла развиваться без угля. В 1750 г., по некоторым данным, гидродвигатели, используемые в британской промышленности, имели суммарную мощность порядка 65 тыс. л. с. (Голдстоун 2014: 279), не столь уж мало для начала промышленного переворота. Для сравнения отметим, что даже в 1850 г. на хлопчатобумажных предприятиях общая мощность паровых двигателей составляла всего 71 тыс. л. с. (Лилли 1970). Первая паровая машина в хлопчатобумажной отрасли появилась только в 1785 г. (Аллен 2014: 251), когда механизация отрасли шла полным ходом. Даже к 1800 г. число паровых установок было почти в четыре раза меньше водяных (Там же: 252), а основное количество паровых установок использовалось в горном деле и других (нетекстильных) отраслях.

Однако без паровой машины и угля импульс промышленной революции, начавшейся в хлопчатобумажной отрасли, оказался бы существенно слабее, как и возможность заимствовать ее технологии, не говоря уже о том, что революции в транспорте могло бы просто не быть. Здесь можно провести параллель с началом промышленной революции в Европе в последней трети XV в. Промышленный, сельскохозяйственный (как и культурный) подъем этого времени никак не был связан с Великими географическими открытиями, но без них был бы существенно слабее и мог захлебнуться.

6. Напомним особую роль развития патентного права (см. выше) и подъем изобретательства в Англии, что могло быть связано с более широким распространением научно-практических знаний посредством книг (см. выше) и публичных лекций (Голдстоун 2014).

**О сущности промышленной революции.** Мы уже говорили, что наиболее важную черту промышленной революции можно определить как трудосбережение. Но завершающая фаза особенно заметно связана с заменой ручного труда машинным.

Правда, дать точное определение, что же такое машина и чем она отличается от инструмента или приспособления, непросто. Однако можно отметить, что большинство инструментов и механических приспособлений лишь усиливали природные качества людей или выступали как специализированное продолжение руки. Они представляли собой всего один элемент-посредник между человеком и предметом труда, причем основную работу делал человек, а инструмент лишь увеличивал его усилия. При этом обычный инструмент не изменял характера движений человека, например не превращал однообразные движения ногой (нажим на педаль) во вращательные, как делала элементарная машина типа ножного механического станка.

Машиной можно считать таких механических посредников между человеком и предметом труда, которые имеют по крайней мере два звена передачи, *специфика которых заключается в передаче усилия на рабочий инструмент, в результате чего выполняется более сложная операция*. Механизмы, которые имели больше двух звеньев, представляли собой более сложные и нормальные в нашем понимании машины. Машина – «это механизм, который под давлением простой движущей силы выполняет сложные движения какой-нибудь технической операции, производившейся раньше одним человеком или несколькими людьми» (Манту 1937: 151).

В XIX в. стало общим местом, что машины состоят по крайней мере из трех основных частей: двигатель или приемник производит или принимает работу, передача, с помощью которой передается движение, и рабочий орган, который выполняет необходимые операции. Также было установлено, что машины состоят из механизмов. Механизм – это приспособление для передачи и преобразования движения (Боголюбов 1988: 63). Соответственно машина может состоять из одного, нескольких или многих механизмов. Легко понять, что в результате промышленной революции начиная с XV в. шел процесс создания именно многомеханизменных машин и специализированных машин за счет модификации некоторых механизмов. Машиноведы выделяли три подкласса устройств: машины-двигатели, машины-передатчики, машины-орудия (Там же: 43), соответственно эти разные устройства составляли сложные системы. Помимо обязательных двигателя/приемника – передачи – рабочих органов с давних времен также были устройства, регулирующие ход и управляющие машиной (ее отдельными процессами). Они активно развиваются после промышленного переворота. В современных машинах помимо трех обязательных выделяют также еще три составных части: регулиющую, логическую, кибернетическую (управляющую) (Там же: 64).

В 1808 г. вышел первый учебник по курсу построения машин. Историки техники посчитали по этому учебнику, что на начало XIX в. было известно около 200 механизмов, в первом учебнике было учтено две трети из них – 134 устройства. При этом половина из 200 механизмов были изобретены в XVIII в. (Там же: 35). Можно предположить, что в начале промышленной революции (к концу XV в.) вряд ли было известно более 50 механизмов, а скорее всего, меньше, основными из них были в разных модификациях колесные и зубчатые механизмы, механизмы с блоками, рычажные и воротные, винтовые и кулачковые, спусковые и шарнирные, пружинные и маятниковые. Зато в конце третьей четверти XX в. насчитывалось около 5 тыс. механизмов (а машин – гораздо больше), то есть с начала XIX в. произошел рост их количества в 24–25 раз. Механизм состоит из звеньев. «Звеном называют “скелетную” часть механизма, то есть его несущую конструкцию», абстрагированную от конкретных физических свойств материала. Такими свойствами обладает уже та или иная часть, или деталь звена. Механизм – это замкнутая последовательность звеньев. При этом звенья сочленены между собой парами (Там же: 65). Число звеньев на порядок меньше числа механизмов. Если механизмов около 5 тыс., то число звеньев всего около 200. Среди них рычаги, кулачки, зубчатые колеса, диски, «мальтийские кресты», винты, гайки и т. п. Можно увидеть, что многие самые простые первые механизмы (колеса, рычаги, винты) составляют основу звеньев нынешних механизмов (см. также: Кудрявцев, Конфедератов 1960: 29). Это закон развития, когда начальные вещи (явления, организмы) затем становятся частями более сложных вещей и организмов (так одноклеточные трансформировались в клетки многоклеточных организмов).

**Завершающая фаза промышленной революции** началась во второй трети XVIII в., в итоге она привела к созданию машинной индустрии в Великобритании и переходу к энергии пара. Наиболее быстрый процесс механизации начался в 1760-х гг. Поэтому датой начала завершающей фазы промышленной революции можно было бы считать последнюю треть XVIII в., 1760–1770-е гг., то есть время изобретения Джеймсом Харгривсом прялки «Дженни» и Ричардом Аркрайтом – аппарата для механической фабрикация пряжи. Однако фактически очень важ-

ные события начались именно в 1730-х гг. С этого момента мы и отсчитываем начало завершающей фазы промышленной революции (см. об этом еще в *Приложении 2*). В 1733 г. был запатентован механический «самолетный» ткацкий станок Джона Кея (см.: Цейтлин 1940), который открыл эпоху быстрого опережения операции ткачества над прядением. Как указывается в тексте патента 1733 г., это был челнок, изобретенный недавно для более лучшего и аккуратного тканья широкого сукна, саржи, парусного полотна и вообще широких материй (Там же). Это была еще не машина в полном смысле слова, но серьезная механизация труда, повысившая производительность вдвое. Характерно, что новое изобретение встретило сильное сопротивление ткачей, причем дом изобретателя в 1747 г. даже был разгромлен. Станок внедрялся предпринимателями, но сам Кей не получил от этого ни гроша. Однако к 1760-м гг. в результате распространения данного станка создались оптимальные условия для поиска адекватного ускорения процесса прядения. В период этого тридцатилетия зафиксировано несколько интересных, но в целом оказавших небольшое влияние попыток механизации процесса прядения (в частности, изобретения, механизующие вытяжные операции, Джона Уайета, Льюиса Пауля, Джеймса Тейлора). Однако изобретение вытяжного аппарата в 1735 г. (Д. Уайтом [Уайет – в другой транскрипции]), по мнению историков техники, включая К. Маркса, имело решающее значение для перехода от ручной техники к машинной, так как он заменил руку рабочего там, где она непосредственно соприкасалась с обрабатываемым материалом (Шухардин и др. 1982). Прорыв начался со времени, когда были изобретены механическая прялка «Дженни» и вышеуказанный станок Аркрайта (хотя фактическим изобретателем считается Томас Хайс). Это показывает, усилия скольких людей, условий и потребностей, как много времени необходимо, чтобы начался технологический прорыв.

Впоследствии станок Аркрайта получил название ватерного (waterframe – водяной станок), или ватер-машины, так как его величина не позволяла двигаться за счет мускульной силы.<sup>24</sup> Отметим также, что Харгривс за свое изобретение также подвергся гонениям со стороны собратьев по ремеслу, а Аркрайт должен был отстаивать в суде право на производство. Положительное решение в его пользу открыло широкий путь промышленной революции<sup>25</sup>.

Прялка «Дженни», названная изобретателем в честь дочери, была домашней машиной, способной прясть «без руки человека», тем самым усовершенствовав работу ремесленников-прядильщиков. На таком станке (имевшем уже почти все характеристики простой машины, приводимой в движение энергией человека) один человек обслуживал сначала 8 веретен, а позже 80 и более (Там же). Такие прялки существовали довольно долго, процветая еще в 1810-е гг. и даже позже, обеспечивали производство пряжи на дому для фабрикантов (которым было выгоднее закупать у ремесленников, см. об этом также в *Приложении 2*). Это объясняет, почему на первых порах в результате начала промышленного переворота

<sup>24</sup> Нить у прялки «Дженни» была непрочной, нить у станка Аркрайта прочнее, но более грубая. Эти недостатки удалось устранить с помощью мюль-машины Кромптона (1789).

<sup>25</sup> Р. Аркрайт – фигура весьма противоречивая и характерная для этой эпохи (предприимчивость и беспринципность соединялись в нем органически). Он, несомненно, очень много сделал для того, чтобы процесс механизации пошел семимильными шагами. Но при этом его уличили в том, что он присвоил себе целый ряд изобретений других механиков, следствием чего было несколько проигранных им судебных процессов.

количество ремесленников существенно увеличилось, особенно за счет ремесленников-ткачей (см., например: Мендельсон 1959–1964; Туган-Барановский 2008[1913]; см. также *Приложение 2*). И только в результате активного развития фабричного производства количество ремесленников стало резко сокращаться (см. об этом в *Приложении 2*). Таким образом, первый этап резкого увеличения их численности и стал причиной дальнейшей их трагедии (см. ниже). Так нередко бывает, что появление нового, в будущем прорывного элемента может на первых порах лишь увеличить объемы старых технологий. Так, после появления железнодорожного транспорта количество лошадей существенно возросло, так как надо было развозить огромные объемы грузов, доставляемые поездами (см. *Приложение 2*).

Почти одновременно с развитием этого уже, по сути, частично механизированного ремесленного производства (и рассеянной мануфактуры) в результате изобретения домашних машин началось и магистральное развитие нового машинного принципа производства путем создания фабрик с наемными работниками, стремившимися сформировать полный цикл механизации и производства готовой продукции. Первую прядильную фабрику создал Ричард Аркрайт. Таким образом, ему удалось объединить источник энергии (воду), новые машины, наемный труд и особый вид сырья (хлопок), чтобы зародилась новая система массового производства. В 1770-е гг. он сумел создать уже систему машинного производства хлопчатобумажных тканей, «способную выполнять все последовательные операции этой отрасли промышленности, за исключением, однако, последней и самой трудной – тканья» (Манту 1937: 184)<sup>26</sup>. Но затем и эта проблема, равно как и другие (отбелка, набивка и пр.), были разрешены<sup>27</sup>. В результате с 1780 по 1820 г. продукция хлопчатобумажной отрасли увеличилась более чем в 16 раз (Шемякин 1978: 51). В 1801 г. в Великобритании уже работала первая механическая фабрика, оснащенная почти 200 станками (Рунге 2006: 83).

Итак, впервые была не просто механизирована отдельная отрасль (степень механизации в горном деле или в обработке древесины была достаточно высокой [см., например: Бакс 1986; Райерсон 1963: 207; см. также: Lucas 2005; Nef 1987; Hall 1980]), но начался процесс такой механизации, которая стала источником непрерывного и систематического расширения сферы применения машинной техники в одной смежной отрасли за другой. Машинное производство открыло совершенно новые возможности, позволило в дальнейшем соединить с производством науку и образование.

Важно отметить, что замена ручного труда машинным произошла в новой (для Англии) отрасли – хлопчатобумажной. Перечисленные выше трудности внедрения механизации показывают, что в старой отрасли она вообще была немыслима. Хлопчатобумажная отрасль, как это ни парадоксально, укрепилась во многом благодаря покровительственным мерам в пользу традиционной шерстяной и шелкоткацкой промышленности, представители которой добились запрета

<sup>26</sup> Изобретение механического ткацкого станка, который мог использоваться на фабриках, связано с именем Э. Карпайта (1785–1788 гг.), основавшего и первые фабрики с такими машинами. Правда, коммерческих успехов его начинания, в отличие от Аркрайта, не принесли. Одна из его фабрик была сожжена местными ткачами (Цейтлин 1940).

<sup>27</sup> Проблема отбелки заметно продвинула и химическую промышленность, так как для этого стали использовать белильную известь, приготовляемую с помощью хлора из гашеной извести (изобретение английского химика Тенанта в 1798 г. [Белькинд и др. 1956: 142]).

на ввоз индийских хлопчатых тканей (Манту 1937; Чичеров 1965; Аллен 2014). Мало того, хлопчатобумажная промышленность Англии подвергалась постоянным ограничениям (Там же), но все же не полному запрету, как во Франции (см. выше). Но несмотря на это, в Англии в итоге увеличилось производство таких тканей. Однако пока механизация его не касалась, хлопчатобумажное производство оставалось второстепенной отраслью.

**Паровая машина**, ставшая символом индустриализации, создавалась и совершенствовалась на протяжении ста пятидесяти лет, пока не стала универсальной<sup>28</sup>. Интерес к этой машине был вызван острой практической потребностью, так как гидроусилители уже порой не справлялись с задачей откачки воды из глубоких шахт, потому что в районе шахт не везде имелись подходящие по силе потоки воды (Белькинд и др. 1956: 75, 78; Мандрыка 1972: 79).

Манту начинает отсчет истории создания этой машины с 1615 г., когда Соломон де Кю (см. о нем: Бек 1933) указал на практические возможности использования водяного пара и построил машину, напоминающую эолипил Герона Александрийского (Манту 1937[1906]: 264). Другие (Белькинд и др. 1956: 77) ведут линию дальше, упоминая опыты итальянца Делла Порта в 1601 г. по исследованию удельного объема водяного пара, показавшего возможность подъема воды на поверхность давлением пара с использованием парогенератора (см.: Бек 1933; Белькинд и др. 1956: 77). Паровой котел в конце XVII в. впервые изобрел французский физик Дени Папен для выварки костей под давлением. Много позже он же построил пароатмосферную машину, в которой котел был отделен от цилиндра. Важный шаг вперед сделал также англичанин Т. Севери в конце XVII в., создав практически применимую паровую машину для откачки воды, но в ней, как и в других машинах того времени, двигатель еще не был отделен от потребителя энергии (Там же: 78–86; см. также: Аллен 2014).

В начале XVIII в. паровую машину уже применяли для откачки воды из шахт. Это была знаменитая машина Ньюкомена, которая впервые соединила паровой двигатель, то есть цилиндр, в котором происходили расширение и конденсация пара, с кривошипно-шатунным механизмом. Позднее она использовалась для дутья в горны иковки железа, а затем и для замены водяного колеса в силовых установках (Дмитриев и др. 2013: 17; см. также: Аллен 2014). К моменту изобретения паровой машины Уатта таких машин на севере Англии насчитывалось больше сотни (Лилли 1970). С 70-х гг. XVIII в. началось промышленное использование уже достаточно продуктивной паровой машины Уатта, которая продолжала совершенствоваться длительное время. Применение пара сделало человека более независимым от природы, поскольку теперь необязательно было строить фабрики у воды или рыть к ним протоку. Постепенно паровой двигатель вытеснил водяной. В 1810 г. в Англии насчитывалось уже около 5 тыс. паровых машин, а в 1826 г. – 15 тыс. со средней мощностью в 25 л. с. (Куликов 1979: 385; Шемякин 1978: 51; Рунге 2006: 84; Crafts 2004; Kanefsky 1979; Allen 2009). Возникает мощная отрасль – машиностроение. Ее развитию также весьма способствовало изобретение Генри Модсли на рубеже XVIII–XIX вв. механического суппорта токарного станка (Загорский, Загорская 1989: 9; Кирилин

<sup>28</sup> Историю создания паровых машин см.: Манту 1937[1906]; Белькинд и др. 1956: 76–91; Аллен 2014: 230–235 и др.

1986: 288; Woodbury 1961; Cantrell, Cookson 2002), то есть узла, предназначенного для крепления и перемещения инструмента в станках<sup>29</sup>. Модсли также создал металлорежущий станок, позволивший стандартизировать гайки и болты, до этого изготавливавшиеся отдельно к каждому конкретному изделию.

**Завершающая фаза промышленной революции и изменения в характеристиках машин.** В этот период машины стали намного сложнее и появился универсальный двигатель. Важно отметить не просто усложнение конструкции машин, но и то, что они стали искуснее. Другими словами, изменяется их назначение: машины начинают заменять человеческую руку и умение (см. подробнее: Боголюбов 1988: 28, 33; Белькинд и др. 1956: 141)<sup>30</sup>. Вплоть до конца XVIII в. основное назначение машин – это замена физического труда, часто грубого и изнурительного, механизмом и замена мускульного источника энергии – иной. Но появляются уже **технологические** машины, целью которых является замена действия руки человека или его мастерства, умения. По мнению А. Боголюбова (1988: 33 и далее), именно развитие этих машин привело к промышленной революции. Конечно, в XIX и XX вв. шло развитие машин, замещающих тяжелый и грубый труд (в том числе уже в середине XIX в. появились паровые экскаваторы, с XVIII в. началось развитие сельхозмашин и т. п.). Но в то же время наибольшее значение имели именно технологические машины, заменившие квалифицированный труд ремесленников: ткачей, кузнецов, механиков, печатников, слесарей и т. д.

Таким образом, можно выделить еще одно важное отличие первых машин от машин времен промышленного переворота: *большую технологичность и «искусность» машин, их способность заменить руку и мастерство человека.*

**Итоги завершения промышленной революции.** Промышленный переворот в Англии в основном завершился в 30-е гг. XIX в.

Одним из показателей этого стал факт, что к данному году число паровых стационарных установок в английской экономике сравнялось с числом водяных установок, каковых было 160 тыс. (см.: Аллен 2014: 252; Crafts 2004; Kanefsky 1979). Условно завершением также можно считать создание инженером Ричардом Робертсом сначала в 1822 г. весьма совершенного механического ткацкого станка (машины, которая уже полностью подчинялась законам механики), а затем между 1825 и 1830 гг. – совершенной мюль-машины, устранившей оставшиеся ручные операции в прядении. Можно, впрочем, взять за завершающую точку изобретение Джеймсом Смитом в 1834 г. так называемой сельфакторной мюль-машины, в которой все операции, за исключением некоторых второстепенных, производились уже полностью автоматически. В дальнейшем коренных усовершенствований в эти машины не вносилось. Уже в 1834 г. сельфакторы были установлены на 60 прядильных фабриках Англии с 200 000 веретен (Цейтлин 1940), что хорошо иллюстрирует стремительную скорость перемен в промышленном производстве (см. также: Payne 1978; North 2002; Аллен 2014).

<sup>29</sup> Ручной суппорт появился в XVI в. (Жак Бессон в своем «Театре инструментов» впервые описал станок для нарезки винтов с суппортом). Хотя токарный станок был известен еще в 500 г. до н. э., в нем вращалась заготовка (как и в гончарном круге), а резец оставался в руках работника. Теперь резец был в станке и мог перемещаться. Это было очень важное изобретение.

<sup>30</sup> Такими были, например, токарный станок с ручным суппортом или печатный станок.

Что же означает окончание завершающей фазы промышленной революции? Данное утверждение ни в коем случае нельзя трактовать таким образом, что к этому времени основные инновации уже были введены. Напротив, инновации продолжали широко внедряться в производство, причем наиболее активная фаза их внедрения была впереди. Это можно видеть на примере того, что еще в 1831 г. в Англии ручные ткачи составляли более 80 %, а фабричные – менее 20 % (соответственно 225 и 50 тыс. человек [Цейтлин 1940]). Завершение промышленной революции означает, что к этому времени отрасли, вызванные к жизни промышленным переворотом, уже заняли прочное место, создав первичную модель зрелого промышленного (машинного) принципа производства, которая распространилась в новых отраслях. В Англии действовали десятки и сотни тысяч новых станков, паровых машин, был изобретен паровоз (Дж. Стефенсоном) в 1814 г., создан паровой транспорт и проложена первая железная дорога (в 1818 г. – для грузового состава, а в 1825 г. – для пассажиров). В то же время согласно теории принципа производства на этапе расцвета нового принципа экономика фактически представляет собой гибрид, органически включающий в себя новый и старый принципы производства. Именно таким гибридом была английская промышленность к началу четвертого десятилетия XIX в.

**Два варианта завершающей фазы промышленной революции.** Однако английский вариант завершающей фазы промышленной революции не был единственным. И там, где водной энергии было много, например в США, водяное колесо успешно конкурировало с паровым двигателем до 60-х гг. XIX в. «Машина и пар – вот формула технической революции в Англии. Машина и водяное колесо – вот формула для первого этапа машинной стадии американского капитализма», – подчеркивал А. В. Ефимов (1955; см. также: Болховитинов 1983: 216; Аллен 2014). В США промышленный переворот в текстильной промышленности происходил почти исключительно с использованием воды в качестве основной двигательной силы. Американская промышленность (кроме железных дорог и пароходов) отставала от английской по применению паровых машин. Но это понятно, если вспомнить, сколько в Северной Америке рек, энергию которых было дешево и просто использовать, и насколько дороже оказывалась добыча и транспортировка угля. Но даже в Англии еще в 1850 г. на хлопчатобумажных предприятиях общая мощность гидросиловых установок составляла не столь малую величину (примерно 13 % от мощности всех двигателей, соответственно 11 тыс. л. с. – гидроустановки и 71 тыс. л. с. – паровые двигатели [Лилли 1970]).

Однако при примитивной на первый взгляд энергетической базе американская технология была весьма высокой и во многих отношениях превосходила английскую.

В 1820 г. в Соединенных Штатах работало уже 250 тыс. прядильных веретен. Но наибольшие успехи были сделаны в следующее десятилетие. В 1830 г. количество веретен равнялось 1 млн, то есть возросло в 4 раза за десять лет. От прядения не отставало и ткачество. Первый механический ткацкий станок был установлен в 1814 г. Лоуэллом в Вольтеме. В 1820 г. существовало уже больше десятка ткацких фабрик. В период 1820–1830-х гг. количество действующих механических ткацких станков увеличилось в 10 раз (Цейтлин 1940: 237).



Американские машины на Первой Всемирной промышленной выставке в Англии в 1851 г. произвели такую сенсацию, что из Англии в США были направлены эксперты, которые представили правительству доклады. В одном из них отмечалась высокая производительность американской мюль-машины, имевшей 1088 веретен и производившей в день работу 3 тыс. рабочих<sup>31</sup>. Отметим, что эта выставка получила наименование «великой» и действительно имела беспрецедентный размах. Выставка собрала почти 14 тыс. участников из 39 стран мира, в том числе из России. За полгода ее посетило шесть миллионов человек (см. о ней подробнее: Рунге 2006 : 86–88).

При этом еще в 50-е гг. XIX в. достоинства паровых и водяных двигателей были предметом оживленных споров (см.: Фостер 1955: 301)<sup>32</sup>. В целом даже в 1860 г. основным источником энергии для американской промышленности оставалась вода. Но там, где без пара обойтись было невозможно, практичные американцы и в применении паровых двигателей порой обгоняли англичан, недаром же первый пароход был изобретен в Северной Америке Р. Фултоном в 1807 г.

Уже в 1811 г. Фултон построил еще четыре парохода (Абрамов 2011–2014: 24–25). Предшественником Фултона был малоизвестный Фитч, тоже американец, он начал работать в этой области еще в 1787 г. Хотя справедливости ради надо отметить, что параллельно подобные работы велись в разных странах. В США уже в 1818–1820 гг. регулярное пароводное сообщение установилось на крупнейших реках и на Великих озерах. В 1825 г. завершилось строительство канала Эри протяженностью в 580 км, соединившего Великие озера с портом Нью-Йорка через реку Гудзон (Захарова 1961: 265). Впрочем, стоит отметить, что парусные суда продолжали соперничать с паровыми еще много десятилетий спустя после изобретения парохода. Так, еще в 1880 г. мировой тоннаж судов составлял 18 млн нетто-рег.т, но из них паровые суда составляли только 3,5 млн нетто-рег.т, или менее 20 % (Нойкирхен 1977: 115).

Таким образом, «индустриальная революция всегда по существу одинакова, но методы, которыми она осуществляется, различны из-за различных исторических (и, добавим, географических. – *Авт.*) условий» (Cipolla 1976a: 14). На первых порах завершающей фазы промышленной революции, как доказывает вариант американской индустриализации, главным надо считать именно машину, заменяющую труд человека, а вопрос об энергии мог решаться до определенного момента разными путями. Но, разумеется, использование паровой энергии – более перспективный и универсальный способ, поэтому он и закрепился повсеместно. *Следовательно, паровые машины дали новому принципу производства основу и центральный элемент, вокруг которых и создалась вся индустриальная система*<sup>33</sup>.

<sup>31</sup> Авторы доклада объяснили исключительные успехи, достигнутые американцами в производстве машин, в первую очередь острой нехваткой в стране рабочих рук, наличием огромного внутреннего рынка, высоким уровнем образования и широким использованием зарубежного опыта (История... 1983, т. 1: 215–216).

<sup>32</sup> Он же пишет: «В 1840 г. в Лоуэлле энергия воды и энергия пара обходились соответственно в 12 и 90 долларов за лошадиную силу. Тем не менее паровая машина прочно вошла в быт промышленных центров Новой Англии, где водной энергии уже не хватало, а топливо стоило недорого» (Фостер 1955: 301).

<sup>33</sup> «Пар не создал крупной промышленности. Но он дал ей ее мощь, он сделал подъем ее столь же непреодолимым, как непреодолимы силы, которыми он располагает сам. В особенности же он сообщил ей ее единство» (Манту 1937[1906]: 288).

**Итоги.** Окончание третьего этапа индустриального принципа производства хронологически совпало в Англии с первой парламентской реформой 1832 г. И это не случайно. Подобно тому как быстрый рост поливного в больших масштабах земледелия наилучшим образом мог быть осуществлен и – главное – воспроизведен в условиях централизованного и крепкого государства, *для капиталистического машинного производства нужна была политическая власть, на которую производители могли влиять и которая бы считалась с ними.* Ведь развитие фабричной промышленности и новых средств сообщения, непрерывный экономический и технический рост значительно усиливают влияние новой индустрии на общество. Теперь требуются быстрые и достаточно частые изменения в самых разных областях жизни (социальной, профессиональной, демографической, в области права, образования, внешней политики и т. д.), чтобы обеспечить простор для развития экономики.

В 30-е гг. XIX в. трансформировавшееся противоречие аграрно-ремесленного общества в Великобритании было в основном преодолено. Экономическая и политическая сферы разделились, частная собственность и гражданское право упрочились, установилась цензовая демократия как наиболее соответствующая новому принципу производства форма правления; были устранены многие всякого рода препятствия и прекращены действия властей, которые прямо мешали промышленности и более честной конкуренции; в целом создались хорошие возможности для развития экономики.

Завершение промышленной революции ознаменовалось первыми всеобщими циклическими кризисами перепроизводства 1825 и 1837 гг. (Мендельсон 1959–1964, т. 1; Туган-Барановский 2008[1913]; Гринин, Коротаев 2009а; Craig, Garcia-Iglesias 2010). К этому времени рост индустриализации, хотя и не столь очевидный, как в Англии, происходил уже в целом ряде стран (также пострадавших от кризисов). И вместе с индустриализацией происходили мощные демографические изменения (Armengaud 1976; Minghinton 1976: 85–89; Cipolla 1976а: 15). В результате в XIX – начале XX в. европейские государства продемонстрировали очень быстрый рост населения, достигнув в 1913 г. численности 468 млн человек (Armengaud 1976: 28; Maddison 2001; 2010; Livi-Bacci 2012).

После завершения промышленной революции производительные силы стали, по образному выражению Э. Геллнера, испытывать страшную, непреодолимую жажду экономического роста. Складывается современный тип экономического роста, составляющий, по оценке С. Кузнеця, рост ВВП на душу населения в среднем не менее чем на 1 % в год. Причем, по важному выводу Кузнеця, эта количественная характеристика достигается только при совершенно определенных качественных изменениях как в экономике, так и в социально-политических структурах общества (Kuznets 1966). Таким образом, для обеспечения постоянного экономического роста английское и европейское общество вынуждено было изменяться. И такие изменения сопровождались напряженными социальными конфликтами. Победа машинного способа производства несла с собой колоссальные изменения в социальном и профессиональном плане и означала лишение многих миллионов людей привычных занятий, быстрый рост городов и другие проблемы. В некоторых отраслях такая замена происходила очень быстро.

Поэтому модернизация экономики в целом была довольно болезненной для общества. Особенно это касалось положения ткачей в 1830–1840-х гг. В Англии вытеснение машинами ремесленников растянулось на два десятилетия. Резкое изменение положения английских ткачей наступает в конце 1830-х и начале 1840-х гг. (их численность за почти 15 лет уменьшилась в три с лишним раза – с 225 до 60 тыс.). Сложным было положение ткачей и в других странах Европы, где даже вспыхивали волнения (в частности, в Силезии в 1844 г.). Еще более тяжелым оказалось положение ткачей в Индии (подробнее см. Приложение 2).

#### **4.4. ЗРЕЛОСТЬ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИНЦИПА ПРОИЗВОДСТВА**

**Этап зрелости и экспансии промышленного принципа производства (четвертый этап).** 1830-е гг. – начало 1890-х гг. – это период полной победы машинного производства и его мощного распространения. Возникают или трансформируются сектора легкой промышленности, но, что особенно важно, тяжелой промышленности (добыча угля, выплавка чугуна и стали, прокат металла), легкого и тяжелого машиностроения. В результате к 1850 г. 18 млн жителей Англии уже потребляли в 1,5 раза больше энергии, чем 400 млн китайцев (Smil 1994: 186–187; Голдстоун 2014: 280). Р. Джонс примерно об этом времени говорил, что в Англии паровые машины заменяют 600 млн человек, тогда как число работающих составляет 4 млн (Джонс 1937: 351).

На этот период (1830–1890 гг.) приходится огромное количество важнейших изобретений во всех сферах производства, связи, транспорта и энергетики, в том числе выплавка стали новыми способами (бессемеровским, мартеновским и др.) и изобретение парового молота Дж. Несмитом, что дало новый импульс машиностроению, изобретение целого ряда различных весьма точных и удобных металлообрабатывающих станков, электрического телеграфа, связавшего мир, использование электрической энергии для освещения и других целей и т. д. (Musson, Robinson 1969; Hellemans, Bunch 1988; Davis 1998; Jonnes 2003). Чтобы представить объем изобретательства, достаточно привести такие факты. С 1851 по 1890 г. в США было выдано около 470 тыс. патентов на изобретения в различных областях науки и техники (Kirkland 1961; Джинчарадзе 1973: 44–45)<sup>34</sup>. К концу этого периода существенно меняется и расклад экономических сил на Западе. В целом к 1890 г. их соотношение в мире было таково: США давали 31 % мирового промышленного производства, Англия – 18 %, Германия – 16 %, Франция – 7 % (Гинцберг 1960: 46).

**Ведущее противоречие индустриальной эпохи.** В это время формируется *ведущее противоречие индустриальной эпохи – между общественным характером производства, с одной стороны, и частным (корпоративным) способом присвоения благ, распоряжения капиталами и принятия важнейших экономических решений – с другой*<sup>35</sup>. Иными словами, порядок распоряжения производи-

<sup>34</sup> Именно в этот период расцвел талант Т. А. Эдисона, мозг которого оценивали в 1920-х гг. в 15 млрд долларов, подсчитывая его вклад в развитие промышленности, хотя на самом деле этот вклад был еще больше (Белькинд 1964: 7).

<sup>35</sup> Это видоизмененная и расширенная формулировка основного противоречия капитализма, которая годится и для любого индустриального (в том числе и социалистического) общества.

тельными силами подчиняется целям извлечения прибыли и интересам отдельных лиц, групп и корпораций (будь то монополии, отраслевые министерства, союзы промышленников, профсоюзы и т. п.)<sup>36</sup>. Но поскольку все компоненты производства очень тесно взаимосвязаны, каждое частное изменение в нем, принятое в лично-корпоративных целях, может отражаться на многих участниках процесса или даже на всем обществе, иногда весьма болезненно. Социалисты, включая К. Маркса и Ф. Энгельса, а также другие критики капитализма указывали на проявление этого противоречия еще в период утверждения нового строя (см., например: Маркс 1961: 268, 283; Энгельс 1961; Маркс, Энгельс 1955). Однако они не понимали, что проблемы коренятся не столько в институте частной собственности, сколько в характере организации промышленного производства. В более поздние эпохи в стадии, которую марксисты называли империалистической, и при государственном капитализме (социализме) стало очевидным, насколько групповые и корпоративные интересы организаторов производства могут вступать в конфликт с интересами остальной части общества и возможностями экономического развития в целом. Поэтому при формулировке основного противоречия мы подчеркиваем не только частные, но и корпоративные интересы как одну из сторон данного противоречия. Это противоречие проявляется в виде: 1) экономических кризисов, связанных с диспропорциями, переинвестициями, перепроизводством, перекредитованием<sup>37</sup>; 2) постоянной более или менее значительной безработицы (а при социализме, напротив, дефицита благ и рабочей силы); 3) классового деления и, как следствие, острой общественной борьбы. Бремя же поддержания внешнего и внутреннего мира и порядка полностью возлагается на общество.

Следствиями этого противоречия также выступают следующие моменты.

1. Основной производитель юридически свободен, но он отчужден от средств производства. Работодатель же не заинтересован в сохранении его здоровья и нравственности, поскольку рабочий не капитал, он как бы дается даром. Между тем вся тяжесть воспроизводства и обучения рабочей силы перекладывается на общество. Расточительство всякого рода, имеющее место в любом типе производства, особенно наглядно проявляется в безработице и чрезмерной эксплуатации. Период индустриализации часто ведет к падению уровня жизни большей части населения.

<sup>36</sup> Объединения купцов и промышленников известны с древности и весьма характерны для раннего капитализма. Далее развитие пошло в сторону атомизированных предпринимателей, и с середины XIX в. направление изменилось. Частные предприятия становились все более корпоративными: сначала акционерными, затем и вовсе пришли к гигантским по размерам и могуществу монополистическим союзам. Тем более это характерно для социализма. Развитие же техники и классовая борьба рабочих вместе с другими причинами дали возможность работникам объединяться в профсоюзы, партии и т. п. Так возникли и рабочие корпорации, получившие в XX в. огромную власть и часто пользующиеся ею в корыстных и узкогрупповых интересах.

<sup>37</sup> Причины экономических кризисов были и остаются предметом дискуссий уже более полутора веков. Разные точки зрения были высказаны в работах К. Жюгляра (Juglar 1862; 1889), Ж. Лескюра (1908), К. Маркса (1960[1867]; 1961), М. И. Туган-Барановского (2008[1913]), Р. Гильфердинга (1922), У. С. Митчелла (1930) и А. Ф. Бернса (Burns, Mitchell 1946), Дж. М. Кейнса (1978[1936]), Е. С. Варги (1937), Г. Хаберлера (2008; Haberler 1964[1937]), Л. А. Мендельсона (1959; 1964), Х. Мински (Minsky 1983; 1985; 1986; 2005), Э. Хансена (1959), Дж. Р. Хикса (1993: 432–442), П. Э. Самуэльсона и В. Д. Нордхауса (2009; см. также: Самуэльсон 1994), Й. Шумпетера (1982; Schumpeter 1939), Ф. А. фон Хайека (2008; von Hayek 1931; 1933), Л. фон Мизеса (von Mises 1981[1912]; фон Мизес 2005), Г. Касселя (1925), А. Пигу (Pigou 1929), М. Фридмана (2002), Э. Абеля и Б. Бернанке (2008: 361–502) и других. Подробнее о разных точках зрения см.: Grinin, Korotayev, Malkov 2010; Grinin 2012; Гринин, Малков, Коротаев 2010; Гринин, Коротаев 2012; 2014а; 2014б.

2. Принцип частной собственности ведет к классовому делению и, как следствие, к острой общественной борьбе, а наращивание экспорта – к международным трениям.

3. Наблюдается постоянное стремление пользоваться общим ради частных выгод, желание поставить государство себе на службу, частный интерес возвысить над общественным.

4. Очень распространены случаи хищнической эксплуатации колоний, земель, природы, ресурсов, людей.

**Техническая сторона основного противоречия индустриальной эпохи** означает недостаток удобных форм объединения капиталов, а также противоречие между техническим и человеческим компонентами производительных сил, связанное с возвышением первого и понижением второго. В ремесле искусство мастера было главным. Теперь же главное – капитал в виде машин и оборудования, приобретение и обновление которого требует строжайшей экономии на других расходах, в первую очередь (когда это возможно) на заработной плате.

Техническое противоречие было связано также с трудностью концентрации капиталов и высоким личным риском в случае неудачи (см., например: Бурстин 1993: 228–229). Поэтому по мере того как появлялась юридическая возможность организовывать различные формы акционерных обществ и компаний с ограниченной ответственностью, способность концентрации капиталов возросла колоссально (Аннерс 1994: 276). В результате этого и по мере появления новых средств связи и транспорта, развития банков, кредита и прочих возможностей, позволяющих легче перемещать капиталы, способность их концентрации возросла неимоверно.

Это вызывало большую активность в создании новых компаний, часто называемую грюндерской (учредительской) горячкой. И вслед за такой горячкой учредительства, выпуском различных бумаг или реализацией новой финансовой технологии нередко наступал финансовый или биржевой крах и кризис (см. подробнее: Гринин, Коротаев 2009а). Соответственно каждое крупное банкротство, кризис или мошенничество с ценными бумагами влекло за собой определенные улучшения в законодательстве, пока оно не стало достаточным для более безопасного ведения дел. Тем не менее цикл создания пузырей в той или иной области и затем их краха не удалось исключить, он по-прежнему остается мотором финансовой деятельности общества.

**Трансформация ведущего и технического противоречий.** На первых порах возникшие противоречия проявлялись очень наглядно. Усовершенствование машин позволило работать с ними неквалифицированным рабочим, женщинам и даже детям, в результате чего средняя заработная плата временами могла снижаться, а положение рабочих (и особенно ремесленников) – ухудшаться. Возникли также проблемы высокого травматизма и вредного влияния условий труда на здоровье людей, на это начали обращать внимание уже в конце XVIII в. (см., например: Манту 1937[1906]: 407–412). Кроме того, сказывалась непропорциональность разных областей и отраслей экономики. Наряду с очень производительными механизированными отраслями большинство все еще использовало главным образом ручной труд. Например, та же добыча угля велась большей частью вручную, ручной была в основном и разгрузка-погрузка. И внутри самих фабрик использовалось еще

очень много ручного труда. Следовательно, общая производительность все еще оставалась низкой, что требовало массовой и по возможности дешевой рабочей силы. В орбиту промышленности вовлекалась гигантская масса населения, но рост общественного богатства происходил только частично, за счет механизации труда, а в большой мере – за счет понижения жизненного уровня рабочих и ремесленников.

*Неспособность новых производительных сил на первых порах создать достаточное богатство, а общества – должным образом изменить распределительную и правовую системы открывала путь увеличения абсолютной эксплуатации работников: увеличения рабочего дня, интенсивности работ, штрафов и натуральной зарплаты и т. д. И если демографические ресурсы позволяли, это длилось достаточно долго*<sup>38</sup>.

Обратной стороной описанной ситуации являлась слабая покупательная способность населения. Кроме того, рост городского населения делал продукты питания достаточно дорогими для основной его массы. Все это означало узкий рынок потребления, жесткую конкуренцию, самоэксплуатацию мелкой буржуазии, крестьян и ремесленников, которая, по словам Д. К. Гэлбрейта (1976), бывает еще жестче эксплуатации, а также создавало основу для регулярных кризисов перепроизводства и жестокой безработицы. Таким образом, бедность становилась естественным спутником капитализма, а социальные конфликты оказывались неизбежными.

Но имелись и социально-политические преграды на пути к усилению эксплуатации. Этому препятствовало прежде всего то, что буржуазия не была политически всемогуща, как рабовладельческая аристократия на Юге США или тем более как высшая бюрократия при коммунистическом режиме, чтобы увековечить такую ситуацию. В Англии, например, с одной стороны, буржуазия стремилась ограничить власть аристократии, для чего в той или иной степени опиралась так или иначе и на другие слои, включая рабочих. Последние же расширяли возможности отстаивать свои интересы. С другой стороны, и после парламентских реформ буржуазия не могла безраздельно господствовать на политической сцене, она была вынуждена считаться с общественным мнением других слоев. Все это ставило пределы для эксплуатации. Поэтому в историческом плане техническое противоречие стало решаться за счет повышения производительности труда путем все большей механизации и машинизации производства, что шло в увязке с ограничением эксплуатации и повышением жизненного уровня рабочих<sup>39</sup>. В США нехватка рабочих делала технизацию главной возможностью промышленного развития.

Для усиления своих политических и экономических позиций и координации действий буржуазия стала создавать свои собственные организации, которые возникают едва ли не раньше рабочих организаций. Например, в Англии в 1873 г. возникла первая национальная федерация предпринимательских союзов,

<sup>38</sup> Капитал также стремился к экстенсивному росту. Иногда это было прогрессивно (например, при освоении земель Америки, Австралии, новых месторождений), иногда, когда было направлено на расширение внеэкономически эксплуатируемой периферии, вело к стагнации.

<sup>39</sup> Правда, в Англии к этому добавлялись доходы от эксплуатации колоний, и это было одной из причин потери ею лидерства в развитии промышленности.

в Германии в 70-е гг. XIX в. было создано 77 различных объединений предпринимателей (экономических союзов и союзов предпринимателей), а в 90-е гг. – уже 325 (Григорьева 2001а: 25).

**Полуэкономический тип отчуждения.** На первых порах для капиталистического общества важнейшим было утверждение незыблемости, святости и неприкосновенности частной собственности и всего с ней связанного. В результате она, как своеобразный экономический магнит, стала принуждать к труду сама по себе. Но вопреки распространенному как в отечественной, так и в западной науке мнению в этот период существует не экономическое, а лишь **полуэкономическое отчуждение**. Мы пришли к такому выводу, потому что формального юридического равенства недостаточно, чтобы говорить об экономическом отчуждении. И если человека практически лишили возможности зарабатывать на жизнь иным путем, чем наниматься на работу, и перед ним постоянно стоит угроза голода и нищеты; если нет никаких социальных гарантий, права на законное коллективное отстаивание своих интересов, законодательного ограничения эксплуатации, то, несмотря на внешнюю свободу трудовых отношений, нельзя вести речь об экономическом типе отчуждения, а только о полуэкономическом<sup>40</sup>.

Иными словами, в ситуации, когда предприниматель и наемный рабочий находятся формально в состоянии равенства, но на самом деле общественные условия вынуждают рабочих соглашаться на тяжелые и во многом несправедливые условия труда, когда государство отказывается вмешиваться в такие отношения, но в то же время политические высоты в таком государстве занимают как раз собственники и работодатели, формальное равенство не означает фактического равенства сторон. Добровольность рабочих, нередко фактически не имевших других средств к существованию, кроме найма, по сути, была такой же свободной, как добровольность крестьян в раннее Средневековье, которые свободно соглашались стать крепостными или зависимыми, только чтобы уйти от более жестоких притеснений государства или крупного землевладельца (об этом см., например: Гуревич 1970)<sup>41</sup>. Более или менее равным положение рабочих и капиталистов могло стать только в двух случаях: либо само государство должно было регулировать эти отношения, либо рабочие должны были получить право (и иметь достаточный уровень самосознания), чтобы объединиться и коллективно отстаивать свои права. Ни того ни другого довольно долгое время не было, или эти возможности использовались слабо. Стоит добавить, что и положение арендаторов земли, у которых не было никакой защиты от арендодателя в случае невозможности выплатить арендную плату при неурожае, было весьма трудным. А такие арендаторы составляли большую прослойку людей, подверженных именно полуэкономической эксплуатации. История Ирландии, значительная

<sup>40</sup> Кроме того, напрашивался вопрос: как характеризовать отчуждение в современный нам период? По логике, это отчуждение должно было быть вообще не *экономическим*, а каким-то другим, что в целом не соответствует реальности (см. об этом в *Главе 5*).

<sup>41</sup> Надо, конечно, иметь в виду большие различия между квалифицированными рабочими (их было меньшинство) и неквалифицированными или низко квалифицированными, которых было едва ли не большинство и значительную часть которых составляли женщины и дети. Квалифицированные рабочие имели обычно достаточные заработки, неквалифицированные часто не могли прожить на заработок одного отца, а только на коллективный заработок семьи (см., например: Туган-Барановский 2008), который в условиях длинного рабочего дня и плохих условий труда часто доставался потерей здоровья. Кроме того, большую часть наемных работников составляли сельскохозяйственные батраки, положение которых было очень неустойчивым, а заработки – невысокими.

часть населения которой уехала в результате неурожаев и голодовок, оставшись без арендованной земли, ярко свидетельствует об этом (см., например: Кунина 1980).

Разумеется, данное понятие – **полуэкономический тип отчуждения** – не означает какого-то математического равенства вне- и экономических форм. Важнее сам принцип их сосуществования, невозможности обойтись друг без друга, взаимное переплетение и дополнение. Мы считаем важным показать, что такое сочетание присутствовало практически во всех обществах.

Когда капитализм только выходит из феодализма, этот момент совершенно ясен: в частности, налицо эксплуатация и ограбление колоний, работорговля. Кроме того, усиливается юридическое неравенство крестьянства, в частности закрепощение его в странах Северной, Восточной и Центральной Европы в XVI–XVII вв. (см.: Якубский 1986: 234–247; Барг 1972). Однако вне- и экономическое отчуждение сосуществуют и на стадии машинного производства, либо органически связанные (свободный наем наряду с отсутствием ограничения эксплуатации), либо как отдельные сектора (колонии и метрополии, промышленность и крестьянство). Даже налоги носят полуэкономический характер. С одной стороны, изъятия у производителя со стороны государства становятся разумными и достаточно низкими, с другой – непропорциональная тяжесть налогов лежит на трудящихся классах. Таким образом, мы пришли к выводу, что **сочетание вне- и экономических форм является обязательным для данного типа отчуждения**. Однако в одних обществах крен был в сторону внеэкономического отчуждения (Россия, Япония), а в других – экономического (США).

В европейских государствах по мере того как труд становился более механизированным и производительным, а объем прибавочного продукта возрастал, появилось больше возможностей ограничить эксплуатацию и законодательно закрепить определенные права за рабочими. Предприниматели и сами начинали «понимать, что, сберегая силы рабочего, можно достигнуть больших результатов» (Виалла 1938: 423; см. также: Шумпетер 1995: 178). Поэтому полуэкономический тип отчуждения все заметнее трансформировался в сторону смягчения.

#### **4.5. ВЫСШИЕ ЭТАПЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИНЦИПА ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕМНЫ В ОБЩЕСТВЕ**

**Пятый этап** промышленного принципа производства (*этап его абсолютного доминирования*) длился с конца XIX – начала XX в. до Великой депрессии 1929–1933 гг. Он означал полную победу принципа производства, в том числе и в сфере сельского хозяйства (доиндустриального по происхождению сектора), которое быстро механизмуется. В последние десятилетия XIX в. внедряются трактор (трактор гусеничного типа был усовершенствован в начале XX в., а примерно в 1910 г. появился и легкий бензиновый трактор), комбайн (спорадически применявшийся на конной тяге уже с 1880 гг.).

Различные сельхозмашины, в основном на конной тяге (косилки, молотилки, жатки и др.) постепенно внедрялись в передовых странах в течение XIX в., а первые практически пригодные машины были изобретены в конце XVIII в. Таковой, в частности, была молотилка шотландского изобретателя А. Мейкла, барабан которой способен был делать по 800–900 оборотов в минуту (Безрукий, Ма-



кеев 1984: 119–120). Изобретатель жатки Сайрус Маккормик (1834) к 1851 г. ежегодно выпускал по тысяче жаток. Но подобного рода машины в лучшем случае работали на конной тяге, позже стали появляться на паровой. В конце XIX в. число конных и паровых сельхозмашин было впечатляющим, например во Франции – почти 700 тыс. штук, а в США стоимость используемых сельхозмашин измерялась огромной для того времени цифрой в почти полмиллиарда долларов (Широков 1981: 24–25).

В это время мощно развивается химическая промышленность, происходит рывок в сталеплавлении, в частности появляются прочные легированные стали. В 1898 г. Ф. Тейлором и М. Уайтом была изобретена быстрорежущая инструментальная сталь, колоссально увеличившая возможности машиностроения, а в 1913 г. Гарри Бреарли изобрел нержавеющую сталь. Изобретение электросварки (1886 г.) и термитной сварки (1908 г.) также сыграло огромную роль в машиностроении, избавив от необходимости заклепывания или сболчивания. Кислородная резка (кислородно-ацетиленовая горелка и другие аналогичные способы) также вошла в обиход на рубеже XIX и XX столетий.

Активно начинают более широко использоваться электрическая энергия и нефть, которые постепенно вытесняют уголь. Возникли новые виды связи, такие как радио, а телеграф и телефон к этому времени уже связали весь мир. Произошли большие изменения в машиностроении. Особенно стоит отметить распространение электродвигателей и двигателей внутреннего сгорания, в результате чего появились машины, способные действовать автономно, что полностью изменило организацию производства, транспорт и быт. Развитие электротехники в конце XIX – начале XX в. современники и ученые последующих поколений нередко называли второй промышленной революцией, настолько мощные изменения с этим были связаны. Впрочем, иногда второй промышленной революцией именуют и более ранний период (с 1860–1870-х гг.), связанный с мощным развитием машиностроения, в том числе и первого электромашиностроения, сталеплавления и др.).

В результате развития новых видов транспорта появились и новые мощные, «локомотивные» отрасли промышленности, такие как автомобиле- и самолетостроительная. Хотя расцвета они достигли на следующем этапе промышленного принципа производства, но в этот период их масштабы впечатляют. Например, если к началу Первой мировой войны в мире насчитывалось 800–850 самолетов, то к ее концу – около 60 тыс. (Виргинский, Хотеев 1988). В середине 1920-х гг. в мире «бегало» 30 млн автомобилей (Долматовский 1986: 117).

Полная победа промышленного принципа производства также означала ускорение смены технологий, о которых сказано выше (уместно вспомнить и о научной революции начала XX в.). С одной стороны, эти новые технологии уже меньше революционизируют общество, теперь вполне готовое к постоянным технологическим изменениям, но с другой – возникают уже столь сложные технологии, из которых постепенно складывается основа для перехода к новому научно-кибернетическому принципу производства.

Среди таких несистемных инноваций (то есть не свойственных органически промышленному принципу производства, а знаменовавших наступление новой производственной революции) выступало создание новых искусственных мате-

риалов. Так, быстрому прогрессу производственной технологии с конца XIX в. во многом способствовали два новых материала. Одним из них явились синтетические абразивы, например карборунд, синтезируемый приблизительно с 1893 г. в электропечи. До этого пользовались естественным корундом. Но карборунд можно было сделать тверже и мелкозернистее корунда. Синтетические абразивы значительно расширили применение шлифования как способа обработки резанием и во многих случаях почти полностью вытеснили непосредственное резание. Шлифование, обеспечивающее большую точность обработки поверхностей, чем резание, – обязательная операция при производстве двигателей внутреннего сгорания. Другим новым материалом стала быстрорежущая инструментальная сталь, о которой мы уже упоминали. Она позволила повысить скорость резания в четыре-пять раз. По оценкам, внедрение быстрорежущей стали в Соединенных Штатах увеличило годовое производство по всем отраслям промышленности приблизительно на 8 млрд долларов, хотя сама быстрорежущая сталь обходилась в сумму всего около 20 млн долларов в год, не считая, разумеется, стоимости новых станков, оснащаемых инструментом из такого материала (Лилли 1970).

**Последний (шестой) этап промышленного принципа производства** продолжался с 1930-х гг. до середины XX в. Этот этап означает нарастание несистемных явлений, которые получают новое значение в период начала новой производственной революции. В этот период происходила мощная интенсификация производства, внедрялись научные методы его организации, в невиданных прежде масштабах происходили стандартизация и укрупнение предприятий. Нужно отметить появление особо мощного кластера инноваций: в области химии искусственных материалов, электротехники, самолетостроения, радиотехники и электроники (магнитофоны, первые телевизоры) и других, которые стали основой для подъема в 1950-е гг. Теория принципов производства вполне объясняет этот феномен, который характерен для периода, непосредственно предшествующего началу новой производственной революции (ранее мы видели и большой кластер технических изобретений в XIV–XV вв., накануне начала промышленной революции). С одной стороны, для начала новой революции нужен очень крупный задел инноваций, чтобы совершить мощный рывок, с другой – для полноценного внедрения этих инноваций необходимы глубокие структурные перестройки общества. А подобного рода перестройка проходит медленно и очень болезненно, неудивительно, что Великая депрессия оказалась самым тяжелым кризисом за всю двухсотлетнюю историю кризисов. Таким образом, в указанный период производительные силы достигли пределов роста, дальше которых они могли бескризисно развиваться только при хотя бы частичном разрешении основного противоречия.

**Характеристики государства в промышленном принципе производства и его трансформация в XIX – первой половине XX в.** В этом разделе нам придется рассмотреть период, как предшествующий высшим этапам промышленного принципа производства, так и уже захватывающий начало кибернетической революции. Но в целом здесь показана эволюция государства и его социально-

классовая роль в процессе зрелости и высокой зрелости промышленного принципа производства.

Для промышленного принципа производства было необходимо обеспечение стабильного в условиях быстрого роста экономики (и оказание всемерной поддержки такому росту). Наилучшим образом этого удалось достичь в рамках нового типа государства – зрелого<sup>42</sup>. Это государство впервые в истории стало правовым, где власть монарха или представительного органа была легитимной, но ограниченной законом. В странах с преобладанием близких этносов стала формироваться единая нация. И в многонациональных государствах связь государства и наций (народов) оказалась более заметной, чем ранее. Наиболее удачный баланс между государством и экономикой сложился в Англии, где и начался совершенно новый этап развития производительных сил – завершающая стадия промышленной революции (промышленный переворот). Затем процесс создания машинного производства затронул и ряд других стран. А это вело к изменению роли государства.

Процесс перехода государства от поддержки аристократии и дворянства, крупных финансистов, торговцев и торговых монополий к поддержке собственной промышленности в тех или иных странах проходил по-разному, но гладким не был нигде. Осознание того, что именно крупная промышленность и связанная с ней торговля – главный источник национального богатства<sup>43</sup>, пришло далеко не сразу. И лишь постепенно представители крупной и средней буржуазии добились права активно участвовать в определении внутренней и внешней политики. С ростом влияния буржуазии началось превращение государства в организацию, стоящую на страже интересов собственников и буржуазии, в меньшей степени озабоченную судьбой основной массы населения.

Крупное промышленное производство машинного типа требует расширенного воспроизводства. А последнее, в свою очередь, обязывает государство создавать и постоянно поддерживать целый ряд условий. Многие из них стали создаваться еще в предшествующие эпохи, но теперь складывались в единую систему. Помимо устойчивого денежного обращения, четкого судопроизводства, большой свободы деятельности требовались также определенные правительственные гарантии, общественный порядок и мир, воспроизводство рабочей силы и специалистов (для чего, в частности, развивалась система образования и здравоохранения, библиотек и т. д.), соответствующие общественное мнение и уважение со стороны властей, поддержание и расширение зарубежных рынков сырья и сбыта, отстаивание промышленных интересов в международных делах и т. п. Надо отметить, что налоги для предпринимателей стали весьма щадящими, в то время как экономисты XVII–XVIII вв. особенно критиковали неразумные и вредные налоги (Петти 1993[1662]; Смит 1935). Нельзя не видеть и огромной роли государства в поощрении строи-

<sup>42</sup> Мы исходим из типологии эволюционных типов государства: архаическое (раннее) – характерно для Древнего мира и Средних веков, характеризуется слабой централизацией, бюрократизацией и недостаточной связкой между социальной структурой общества и государством; развитое – централизованное, с наличием бюрократического аппарата государства поздних Средних веков и Нового времени. Зрелое – государство индустриальной эпохи и урбанизма с современным аппаратом чиновников и высоким уровнем участия населения в политической жизни (см. подробнее: Гринин 2010б).

<sup>43</sup> А не земля и сельское хозяйство, как считалось в течение многих веков и как, например, утверждали физиократы (см.: Блауг 1994: 30; Жид, Рист 1995: 47).

тельства железных дорог, телеграфа и других путей сообщения и средств связи, без чего столь стремительное увеличение объемов производства было бы невозможным.

Но начиная с 1830-х гг. дальнейшие трансформации привели к изменению позиции государства. Особенно это стало заметно на высших этапах промышленного принципа производства с конца XIX в. С одной стороны, классовые конфликты в общественном развитии ряда стран стали занимать очень большое место. Поэтому функционированию фабричной промышленности и положению связанных с ней социальных групп правительство стало уделять больше внимания. С другой стороны, при расширении демократии правительство хотя и явно сочувствовало имущим классам, но все же вынуждено было отказаться от принципа невмешательства в отношения капиталистов и рабочих<sup>44</sup>. В результате во второй половине XIX – первой половине XX в. был достигнут определенный, хотя и не всегда устойчивый, компромисс между классами, возросло влияние рабочих партий и профсоюзов.

С конца XIX в. в результате концентрации производства резко усилилось влияние монополий и олигополий. Следствием стремления финансово-промышленной олигархии подмять под себя мелкий и даже средний бизнес стали особого рода конфликты между демократией и крупным капиталом. Поэтому государственная политика колебалась между интересами монополий и большинства населения как основного избирателя. (Ведь избирательное право теперь значительно расширилось.) Наиболее известный пример – антитрестовские законы в США. Демократическое государство все чаще выступало арбитром в социальных спорах, следовательно, все более становилось надклассовой силой, а режимы авторитарного типа с частной собственностью обрекались на революции, которые, как представляется, стали особым способом трансформации и модернизации обществ в Новое и Новейшее время (Гринин 2003б: 73–74; см. также: Хантингтон 1997). Роль государства в регулировании экономики возрастала<sup>45</sup>, тем более что экономическое соперничество передовых стран приобретало все более острые формы. Но в целом еще господствовала установка невмешательства в естественный ход дел, которая, однако, трансформировалась в идею о том, что неприемлемо лишь вмешательство в бизнес, а прямая помощь государства предпринимателям вполне допустима и даже желательна (см. об этом: Шлезингер 1992: 334). Так продолжалось до 30-х гг. XX в.

Реальная классовая структура более подвижна, чем сословная (см., например: Маршалл 2005[1950]: 21). Но и она предполагает наличие определенных внеэкономических по преимуществу моментов, закрепляющих классовое неравенство. При анализе классовой структуры капитализма чаще обращают внимание именно на экономические различия классов и гораздо реже – на момент их политического и правового неравенства. Однако если взять буржуазное обще-

<sup>44</sup> Нельзя забывать, что рост промышленного производства – это и рост городов, что не может не заботить власти, которые и сами в этих городах располагаются, и вынуждены реагировать на любые конфликты в них. Рост городов – это, в свою очередь, тесная связь бизнеса и властей в сфере городского строительства и т. д. (о связи урбанизации и зрелого государства см. подробнее: Коротаев, Гринин 2007; Korotayev, Grinin 2006; Гринин, Коротаев 2009б; Гринин, Коротаев, Малков 2010).

<sup>45</sup> Недаром же 1920–1930-е гг. Дж. Бернхейм определил как начало перехода от капиталистического или буржуазного общества к типу, который он назвал менеджерским (Burnhem 1941: 71) и который позже назывался по-разному – от нового индустриального до программируемого.

ство XIX в., то легко можно увидеть политические и юридические ограничения низших классов, поддерживающие экономическое могущество высших, в частности избирательный ценз. Так, например, в Англии в первой половине XVIII в. избирательным правом пользовались менее 250 тыс. человек, то есть меньше 5 % населения (Татарина 1958: 238; Даль 2000: 28–29). Перед парламентской реформой 1832 г. право голоса в Англии имели менее 500 тыс. человек, а после реформы – чуть более 800 тыс. (Мещерякова 1986: 300). Парламентская реформа 1867 г. расширила это число почти до 2,5 млн, однако в Англии в это время жили уже 30 млн человек (Кертман 1968: 331), то есть правом голоса пользовались лишь 8 % населения. Даже в конце XIX в. право голоса в Великобритании имели только 29 % взрослого населения (Григорьева 2001а: 11; Даль 2000: 29). До революции 1848 г. число избирателей во Франции было ничтожным: всего 250 тыс. человек (Адо 1986б: 314). Неудивительно, что Алексис де Токвиль в своем исследовании демократии в США (Токвиль 1991[1835–1840]) говорил о всеобщем избирательном праве для мужчин в этой стране как о ее исключительной особенности. Но и в Соединенных Штатах негры не имели избирательного права. Другим важным классовым барьером во всех странах была невозможность получения образования, почти во всех – ограничения в свободе объединений и ассоциаций, вплоть до применения уголовных наказаний за участие в них и в стачках, и тому подобные вещи, которые в течение XIX в. сократились или сошли на нет<sup>46</sup>.

Однако в обществе, где экономически в юридическом смысле люди равны и существует свобода хозяйственной деятельности, где устойчивость социального строя базируется на быстро расширяющейся и модернизирующейся экономике, а для такого расширения требуется все больше грамотных и образованных людей, слишком долго такие политические и правовые барьеры между классами существовать не могли. И по мере того как эти указанные выше «подпорки» исчезают, а население обретает равные политические и иные права, классы начинают размываться и превращаться в более дробные и менее сплоченные группы (страты, слои). Именно так стало происходить в Европе, где с расширением прав и свобод классовая структура сначала стала более зрелой, а потом стала размываться и заменяться другой. Такая трансформация зрелого государства связана с очень быстрыми изменениями в производстве, включая усиление миграционных процессов, создание конвейерного производства, рост образования, новой сферы услуг, превращение женского наемного труда в массовое явление и другие вещи (о некоторых из них см., например: Dahrendorf 1976; Wesolowski 1976; Маршалл 2005[1950]: 23; Миллс 1959). Достаточно сказать, что промышленное производство в мире с 1890 по 1913 г. выросло почти в четыре раза (Соловьев, Евзеров 2001: 280).

Важнейшие черты такой социальной структуры:

- формирование так называемого среднего класса, который постепенно стал ведущим по численности (Фишер 1999: 89; см. также: Бунин, Назарова 1982: 204–209; Рамзес 1981: 248)<sup>47</sup>;

<sup>46</sup> Вот любопытные цифры, которые показывают значимость такого рода барьеров. Из-за образовательного ценза в 1860-е гг. в выборах на севере Италии мог участвовать каждый 12-й житель, а на юге – только каждый 38-й (Григорьева 2001б: 166). Естественно, что при всеитальянских выборах политически юг страны оказывался бесправным.

<sup>47</sup> Уже в начале XX в. в промышленно развитых странах к нему относили себя примерно 10 % населения (Гаджиев 2003: 15).

- усиление таких признаков социальной стратификации, как образование и рост социальной мобильности (Фишер 1999: 91). Соответственно значительно выросла доля наемных служащих (см., например: Песчанский 1981: 231; Делиц 1983: 265; Дахин 1983: 212);

- рост значения социального законодательства и законов, ограничивающих поляризацию общества (таких как высокие налоги на наследство и т. п.)<sup>48</sup>;

- усиление значения таких факторов, которые ранее не являлись ведущими в рамках общенациональных и общегосударственных (они были, можно сказать, важными для низовых ячеек общества): половые, возрастные и профессионально-групповые характеристики. Но эти характеристики уже скорее свидетельствовали о том, что зрелое государство вступает в свой третий этап (переходного государства), за которым маячит новая политическая форма.

В течение XX в. социальная политика претерпевает новые очень сильные изменения, в том числе и в области перераспределения доходов. Особенно заметен этот процесс стал в период после Первой, а еще более – после Второй мировой войны. Это достигалось, в частности, с помощью высокого прогрессивного налога на доходы (см., например: Фишер 1999: 86–87). Другой инструмент, тесно связанный с первым, но, может быть, еще более важный – социальная помощь менее обеспеченным, оказавшимся в трудном положении.

Неизбежность перехода государства к такой социальной политике определялась многими вещами. Но особенно важно указать, что зрелые государства с их демократическим режимом и постоянно изменяющимся производственным и техническим базисом оказались в положении, при котором политическая и социальная системы не могли оставаться без изменений. Иначе в обществе возникало слишком сильное напряжение, ему грозил революционный взрыв (см. подробнее об этом: Гринин 2013б; Гринин, Коротаев 2012); опыт революций, кстати, весьма способствовал такому изменению во взглядах государственных деятелей, подобных О. фон Бисмарку. Демократический строй так или иначе требует опоры на большинство избирателей, а поскольку большинство из них по своему социальному положению были наемными работниками, они, естественно, желали перераспределения доходов от буржуазии в свою пользу и социальных гарантий, которые могло дать только государство. Рано или поздно не одни, так другие политические силы должны были реализовать эти требования. Кроме того, следует учитывать, что почет и уважение высшим слоям дают не только их могущество, но и длительность пребывания их на вершине, а во многих странах (особенно в США) нувориши еще не успели освятить свое лидерство долгим сроком – слишком стремительно они поднялись на Олимп.

В некоторых случаях такие социальные законы были приняты еще в XIX в. В частности, в Германии первые законы о социальном страховании были приняты при Бисмарке (Патрушев 2001: 76; Гренвилл 1999: 17)<sup>49</sup>. Это была передовая

<sup>48</sup> В последние десятилетия XX в. в развитых странах нижний слой сократился, в разных государствах от 3 до 14 %, верхняя элита также составляла до 5–10 %, остальное – это ряд слоев, которые так или иначе можно отнести к среднему или ниже-среднему классу (см.: Фишер 1999: 89), тогда как к низшему классу в начале XIX в. можно было отнести до двух третей населения (см.: Там же).

<sup>49</sup> О. фон Бисмарк в отношении рабочего и социалистического движений вообще действовал весьма неординарно. Например, он пытался ввести в уголовный кодекс статью о наказании за «разжигание классовой ненависти» (Патрушев 2001: 73).

в данном отношении страна. К 1900 г. страхованием на случай производственных травм в Германии был охвачен 71 % всех рабочих, системой пособий по болезни – 32 %, пенсионным обеспечением по старости (за счет взносов рабочих, предпринимателей и государства) – 53 % (Григорьева 2001а: 23). В Англии первые законы о социальном страховании, в частности о пенсиях, начали принимать уже в начале XX в. (см.: Пономарев 2003: 171).

Но фактически вся первая половина XX в. – это борьба вокруг таких законов. Например, во Франции еще в 1936 г. правительство Народного фронта ввело законы о 40-часовой рабочей неделе и двухнедельном отпуске. В конце XX в. отпуск во Франции достигал уже пяти недель (Смирнов 2000: 53). Идеологию и взгляды на этот счет во многих странах резко изменили глобальные социально-экономические события: революции, пример СССР, мировой экономический кризис и др. «Правящим кругам пришлось отказаться от принципа, который ранее считался фундаментальным и суть которого заключалась в том, что улучшение материального положения масс должно достигаться благодаря их собственной предусмотрительности, а государство должно ограничиться созданием правовых и организационных рамок, вроде сберегательных касс или юридического признания обществ взаимопомощи. ...Они согласились с тем, чтобы государство пошло дальше и оказало помощь в борьбе с некоторыми угрожающими явлениями, как, например, с болезнью или старостью... допускали, что государство может расходовать на это государственные средства» (Шлепнер 1959: 254–255). И далее этот курс только усиливался и развивался, пока западноевропейские и другие развитые страны не стали государствами «благоденствия» (см. об этой динамике социального развития: Фишер 1999: 335–351). В результате развития социальных программ государство вновь, по выражению Й. Шумпетера, стало «налоговым», так как налоговые изъятия существенно выросли по сравнению с периодом классического капитализма<sup>50</sup>. Также появилось много чисто социальных налогов: отчисления на занятость, пенсии, здравоохранение, жилье и т. п. (см., например: Черника 1995: 255, 272–273).

В XX в. по мере возникновения социальных революций и конфликтов, роста роли государства в социальной помощи населению, а также формирования так называемого среднего класса зрелое на своем последнем этапе государство постепенно становится из чисто классового уже *социальным* государством, то есть государством, которое проводит активную политику поддержки малоимущих, социально незащищенных, ограничивает рост неравенства. А в 50–60-е гг. XX в. США и ряд европейских западных стран и вовсе взяли курс на то, чтобы стать государствами всеобщего благоденствия и обществами массового потребления. Но это уже означало, по нашему мнению, что зрелое государство приобретает некие нехарактерные для него черты и развивается в нечто новое (см. подробнее: Гринин 2010б).

<sup>50</sup> Налоговые изъятия достигали 40 % и даже более с прибыли и 50 % и более с личных доходов (см., например: Черника 1995: 269–270; 283, 284). Налоги стали несколько снижаться только в 80-е гг. XX в. в связи с принятием неоконсервативного курса (корректирующего кейнсианство) в экономической политике ряда государств, таких как США, Англия и др. В частности, в США в 1986 г. потолок личных подоходных налогов сокращался с 50 до 28 %, а максимальная ставка налога на прибыль корпораций – с 46 до 34 % (Повалихина 2002: 434).

**Часть 2**  
**КИБЕРНЕТИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ:**  
**ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА**





## **Глава 5. Научно-техническая революция превращается в кибернетическую (1950-2010-е гг.). Начало научно-кибернетического принципа производства**

### **5.1. ПЕРЕХОД К НАУЧНО-КИБЕРНЕТИЧЕСКОМУ ПРИНЦИПУ ПРОИЗВОДСТВА И ЭКОНОМИЧЕСКОМУ ТИПУ ОТЧУЖДЕНИЯ**

**Трудности перехода и накопление инноваций.** Как уже было сказано, переход к новому принципу производства происходит нелегко и сопровождается сильными кризисами и даже катаклизмами (см. подробнее: Гринин 2003а: 172–173; 2013б). Внезапно общества и общественные классы сталкиваются с явлениями, которые кажутся неподконтрольными, неожиданными, алогичными, противоречащими прежнему опыту. Такие системные переходные кризисы и потрясения заставляют искать новые ответы. А в процессе поиска ответов – как один из вариантов снятия напряжения – возникают новые способы организации производства и внедрения новых технологий, ведущих в итоге к новой производственной революции. Конец промышленного принципа производства продемонстрировал такой тип кризисности с особой яркостью. Неслучайно на этот период пришлось обе мировые войны, мощнейшие социальные революции (в том числе в России и Китае), чудовищные социальные эксперименты в СССР, Германии, других странах и глубочайший экономический кризис 1920–1930-х гг., так и не сменившийся устойчивым ростом (см.: Он же 2009б; Гринин, Коротаев 2010а). Столь глубокое падение экономики, какое случилось в период Великой депрессии, не имело аналогов ни до, ни после нее. Таким образом, в первые десятилетия XX в. резко обострилась общественная часть ведущего противоречия индустриальной эпохи (см. *Приложение 1*: Табл. 2). Влияние промышленности на все общество столь возросло, что от колебаний конъюнктуры стало страдать почти все население. Жесткие экономические кризисы показали, что свободу предпринимательства необходимо ограничить определенными рамками. Об особенностях перехода от промышленного принципа производства к научно-кибернетическому и связанными с этим кризисами см. *Приложение 2*, раздел 3.3.

**Начало и предпосылки перехода.** Последний период промышленного принципа производства принес массу различных новаций, для которых были необходимы благоприятные условия, чтобы сложиться в новую систему. Впервые переход к научно-кибернетическому принципу производства обозначился в США вскоре после Второй мировой войны. Почему именно там? Как и при других фазовых переходах, здесь налицо сплав особенностей и закономерностей. С одной стороны, ведущее противоречие индустриальной эпохи (между общественным характером производства и частно-корпоративным способом

распоряжения богатством и принятия решений) было здесь наиболее явным, например нигде не было столь крупных и централизованных монополий и нигде борьба общества с ними не принимала столь ожесточенного характера, но с другой – социальная структура и правовая основа американского общества позволяли быстрее разрешать противоречия. Так, именно в Америке были приняты антитрестовские законы. И «Новый курс» Ф. Д. Рузвельта, весьма и весьма радикальный, был принят там в считанные годы (1933–1936 гг.). Ведь это общество сформировалось без многих феодальных пережитков, было наиболее демократичным и в известной степени народным. Недаром Алексис де Токвиль восхищался американской демократией еще в 1830-е гг. (Токвиль 1991[1835–1940]). И ресурсов в американской экономике (как природных, так и демографических) было больше, чем в других капиталистических странах. Поэтому достаточно долгое время казалось, что на пути экономического развития Америки не будет никаких особых помех.

В 1920–1930-е гг. американское общество было самым передовым с технической точки зрения. В мире не существовало другой подобной страны, где была бы столь высокой производительность труда в ряде отраслей, где достижения науки внедрялись бы так быстро, производилось бы столько электромашин и автомобилей, бытовых электроприборов и продукции химической промышленности. Так, из 30 млн автомобилей в мире в середине 1920-х гг. 20 млн находилось в США (Долматовский 1986: 117). По существу, уже в 20-е гг. XX в. уровень техники в США в ряде направлений перерос индустриальный принцип производства. Наконец, после Второй мировой войны США, по сути, оказались в положении мирового монополиста, поставлявшего самые разные товары и машины в Европу, что способствовало их движению к научно-кибернетическому принципу производства. Западноевропейские страны, а вслед за ними и Япония, перешли к новому принципу производства позже, в 1950–1970-е гг.

В этот и частично в предшествующий период активно формировался сектор услуг (характерный для нового принципа научно-кибернетического производства), в котором все больше задействовалось трудоспособное население Европы и Японии (в США этот процесс начался ранее). Появление нового крупного сектора труда также характерно для рождения нового принципа производства (см. подробнее в *Приложении 2*).

**Разрешение ведущего противоречия индустриальной эпохи.** Первый шаг в этом направлении был сделан в период Великой депрессии, которая заставила включить механизм государственного регулирования. Вторая мировая война добавила необходимый элемент вмешательства государства в регулирование, финансирование и стимулирование ряда направлений научно-технического прогресса. После войны государственное регулирование получило развернутое обоснование в экономической науке, изменившейся под влияниями идей Дж. Кейнса (1978[1936]). В результате этих перемен ведущее противоречие индустриальной эпохи было частично разрешено. Особенно важным это оказалось в вопросе ослабления силы экономических кризисов в результате более активного влияния на экономику по кейнсианским рецептам, с применением различных антициклических мер. Новая система заключалась в том, что при сохранении роли рынка государство регулировало народное хозяйство налогами, заказами, планированием, вмешательством в дела банков, контролем над обращением денег, стимулированием спроса, ограничением промышленных конфликтов

(см., например: Гэлбрейт 1969; 1979; Самуэльсон 1994, т. 1; Мэнкью 1994; Фишер 1999; см. также: Хансен 1959; Хаберлер 2008; Ротбард 2005б; Доронин 2003). Все это сглаживало колебания и смягчало кризисы. Кейнсианское прямое государственное вмешательство было позже заменено более тонким монетарным регулированием (через центральные банки, в том числе через ФРС в США), которое, однако, также определялось государственной политикой (Фридман 2002; Сакс, Ларрен 1996; Дорнбуш, Фишер 1997; Самуэльсон, Нордхаус 2009; Абель, Бернанке 2009; Гринспен 2009; о современных финансовых технологиях см.: Гринин, Коротаев 2015б; Ротбард 2003а; 2003б; 2004; 2005б; Боннер, Уиггин 2005; Рубцов 2011). Одновременно активно развивалась социальная политика государства, ставшая основой для колоссального перераспределения средств в обществе (подробнее см. в *Приложении 2*).

**Формирование экономического типа отчуждения.** С послевоенного времени во второй половине XX в. все увеличивалась роль государства в таких областях, как поддержание минимального благополучия людей, развитие и поощрение различных видов социального и иного страхования, создание такой законодательной и политической базы, которая заставляла производителей (вслед за государством) тратить большие средства на иные, чем раньше, цели (образование, адаптацию, страхование, возмещение вреда, социальные гарантии, благотворительность). В результате введения страхования по безработице, болезни, несчастному случаю, а также появления пенсионных законов положение большинства населения существенно изменилось. Кроме того, были подтверждены или введены принудительные меры к некоторому ограничению свободы договоров в области тарифов, цен, зарплаты. Изменился характер налогов; высокие налоговые изъятия и перераспределение средств через бюджет в пользу малоимущих позволили уменьшить разрыв в доходах (см. также *Главу 4*)<sup>1</sup>.

Таким образом, вместе с наступлением *научно-кибернетического принципа производства* начал активно формироваться *экономический тип отчуждения*. Что он собой представляет? Одна его сторона связана с тем, что благодаря гигантскому объему ресурсов общество оказалось способным поддерживать слабых, поэтому *каждый человек в условиях различных свобод просто потому, что он гражданин или житель определенной страны, может претендовать на социальные гарантии и права (на образование, медицину, защиту, помощь в старости или по нетрудоспособности и пр.)*. Однако, с другой стороны, *экономический тип отчуждения – это возможность более полно проявить свои умения, квалификацию, талант и получать во много раз больше социального минимума*<sup>2</sup>. Следовательно, имеются серьезные стимулы для людей к активности, не прибегая к чрезмерному или прямому насилию.

<sup>1</sup> Этот процесс начался задолго до Второй мировой войны. «С конца XIX в. был достигнут значительный прогресс в устранении чрезмерного неравенства богатства и доходов посредством прямых налогов: подоходного, добавочного прогрессивного и налога с наследства» (Кейнс 1993: 424). Правда, периодически разрыв в доходах возрастает по разным причинам, но ныне этот показатель (индекс Джини) является одним из важнейших и его увеличение заставляет бить тревогу. Налоги также стали рассматриваться не только как возможность пополнить казну, но и как важнейший способ влияния на экономику, инструмент экономического регулирования, поощрения или сдерживания экономического роста и частной инициативы, привлечения инвестиций, в том числе иностранных.

<sup>2</sup> Постоянно растет перечень того, в чем считается нужным уравнивать людей, например в праве на получение информации. С другой стороны, развитие информационных технологий существенно расширило реальные возможности равноправия людей, в том числе в возможности участвовать в некоторых видах бизнеса (например, игре на бирже).

Развитые и даже развивающиеся страны соревнуются между собой в области уровня жизни и прав граждан. Большинство населения в них имеет высокий уровень жизни и определенную уверенность в будущем. Важнейшим показателем уровня развития общества стал Индекс человеческого развития (ИЧР), который включает в себя, помимо показателя ВВП на душу населения, такие характеристики, как уровень образования, культуры, медицинского обслуживания, состояние здоровья населения и его ожидаемую продолжительность жизни. А вложения в так называемый человеческий капитал стали рассматривать как один из важнейших экономических показателей и факторов производства. Кстати сказать, такие тенденции можно рассматривать и как изменение в структуре производительных сил общества, в которых роль человеческого компонента по сравнению с промышленным принципом производства выросла (в частности, это хорошо заметно в IT-компаниях, где затраты на заработную плату составляют основную статью расходов, тогда как капитализация таких фирм может быть очень высока). Изменение характера налогов и безработицы, увеличение доли интеллектуального и высококвалифицированного труда, возможность получать образование и информацию резко уменьшили сферу внеэкономического отчуждения. Серьезно повлияла в этом смысле также борьба женщин, молодежи, цветных, иммигрантов за равноправие<sup>3</sup>. Существенно изменилось и положение инвалидов. Увеличение возможностей получения кредита (на образование, жилье, бизнес и многое другое), а также уравнивание в доступе к информации благодаря новейшим технологиям значительно выравнивает права людей из разных социальных групп, особенно людей активных, одаренных, предприимчивых.

Все указанное, а также многое другое сделало жизнь общества гораздо стабильнее, чем в прежнее время, хотя породило массу проблем, связанных с социальным иждивенчеством<sup>4</sup>.

Экономический тип отчуждения, чтобы проявиться полностью, предполагает выход за рамки одного общества, а следовательно, возможность определенных стандартов в основной части мира<sup>5</sup>. В настоящий момент главный район внеэкономических форм – не развитые государства, но слабо- и среднеразвитые страны. В странах с высоким демографическим давлением и безработицей (таких как Бангладеш или Вьетнам) совершенно недостаточно внимания уделяется проблемам производственной безопасности и охране труда, здоровью трудящихся, распространена высокая степень эксплуатации. Но сфера применения внеэкономических форм отчуждения все же сокращается и там. Улучшение условий труда уже происходит и будет происходить в ближайшие десятилетия. В странах с низким уровнем доходов благодаря общемировым стандартам идет наступление на использование детского труда, борьба за права женщин и т. п.

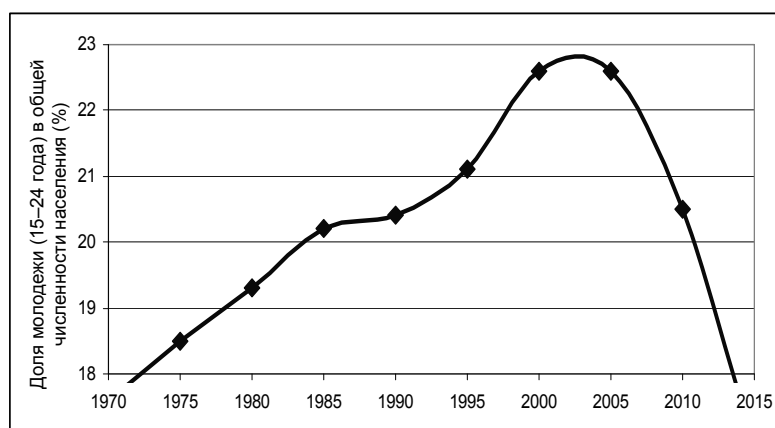
Отметим, что усиление демографического давления значительно способствовало проявлению тех или иных форм внеэкономического отчуждения (в том

<sup>3</sup> В этом ряду стоят и другие меньшинства (в частности, сексуальные), однако их движение носило в основном неэкономический характер.

<sup>4</sup> Возросшее бремя гарантированности, накладывающееся на демографические проблемы (особенно увеличение доли пенсионеров и больных), плюс привычка к тому, что государство, работодатель или кто-то другой должен что-то кому-либо гарантировать и выплачивать, стремление предъявить кому-то огромные требования и использовать для этого правовые механизмы, другие виды иждивенчества – все это очень серьезные проблемы.

<sup>5</sup> В этом отношении уже сделаны очень важные шаги, в частности введение большинством стран запрета на использование принудительного труда, признание недопустимости неравноправия по социальным признакам, участие стран в многочисленных рейтингах.

числе в связи с высоким уровнем безработицы и низкой квалификацией огромного числа людей трудоспособного возраста, а равно и неграмотностью). В частности, начиная с 1950-х гг., как раз вместе с началом кибернетической революции, использование достижений медицины в развивающихся странах привело к резкому уменьшению смертности, особенно младенческой (но при этом уровень рождаемости долгое время оставался по-прежнему высоким). В результате такой модернизации в структуре населения резко увеличилась доля лиц молодого возраста (15–24 лет). Во многих странах возник так называемый *молодежный бугор*, представленный в виде выпуклости на диаграммах, отражающих долю молодежи в общем составе населения, как это показано в отношении Алжира (см. Рис. 5.1).



**Рис. 5.1.** Динамика доли молодежи (15–24 лет) в общей численности населения Алжира в 1970–2005 гг. с прогнозом до 2015 г., %

Источник: UN Population Division 2009. График взят из работы: Гринин, Коротаев, Малков 2010: 386.

Такое изменение пропорции в условиях модернизации создает условия для социально-политической нестабильности. По словам Дж. Голдстоуна, большинство революций XX в. в развивающихся странах произошли там, где наблюдались особо значительные «молодежные бугры» (Goldstone 2002b: 11–12).

Таким образом, именно молодежь (особенно на современном этапе) играет ключевую роль в процессе возникновения длительного периода нестабильности в обществе в условиях модернизации и выхода из мальтузианской ловушки (такой тип модернизационной ловушки мы назвали «молодежной ловушкой» [Гринин 2011б; Гринин, Коротаев 2012]). Механизм попадания в «молодежную ловушку» в процессе и/или в результате выхода из мальтузианской ловушки был описан А. В. Коротаевым (см.: Гринин, Коротаев, Малков 2010; Акаев, Коротаев, Малинецкий, Малков 2010: гл. 2, 6, 18; Гринин, Коротаев 2012; Гринин, Исаев, Коротаев 2015).

«Молодежные бугры» в прошлые столетия наблюдались в истории многих модернизирующихся стран. Однако в современную эпоху в связи с большими успехами медицины младенческая и детская смертность упала до невиданно низкого уровня, а вместе с тем в ряде современных развивающихся стран уровень потребления стал существенно выше, чем был в предшествующие периоды

даже в среднеразвитых государствах. Следовательно, доля молодежи (а соответственно и размер «молодежного бугра») сегодня при прочих равных условиях выше, чем в прежние эпохи. Поэтому и опасность попадания в «молодежную ловушку» в наше время для ряда развивающихся стран в чем-то даже возросла по сравнению с предшествующим периодом. Сегодня политологи нередко говорят о странах с молодежной возрастной структурой населения («молодежным бугром») как о «дуге нестабильности», простирающейся от региона Анд в Латинской Америке до районов Африки (особенно южнее Сахары), Ближнего Востока и северных регионов Южной Азии (Мир после кризиса... 2009: 59). И такой прогноз, к сожалению, подтвердился в отношении Туниса, Ливии, Египта, Сирии, Йемена и других арабских стран в 2010–2011 гг. (см.: Гринин, Исаев, Коротаев 2015).

Однако и важнейшими факторами для улучшения условий труда будут выступать демографические, поскольку в большинстве развивающихся стран (за исключением стран Тропической Африки) пик демографического перехода уже пройден и рождаемость сильно упала (и продолжает падать). Это приведет к тому, что рано или поздно структура населения изменится, а демографический бонус будет исчерпан. Одновременно растет и уровень образования молодежи. Китай является здесь хорошим примером, поскольку постепенно в результате сокращения доли молодежи в структуре населения в ряде провинций начинает ощущаться нехватка рабочей силы, что приводит к росту заработной платы. Одновременно усложнение структуры производства также ведет к росту квалификации и зарплат.

В целом в мире стремительно сокращается число людей, которые живут очень бедно. Так, по данным Всемирного банка, в 2015 г. людей, которые жили меньше чем на 1,9 доллара в день, составляло примерно 1/10 населения Земли (то есть около 700 млн человек), тогда как двадцать пять лет назад их было примерно 1/3 (Орехин 2015). Даже по менее оптимистичным оценкам ООН за эти четверть века не менее 700 млн человек в мире улучшили условия жизни (Там же). При этом большинство сверхбедных людей ныне проживают в Африке, тогда как в Азии ситуация стремительно улучшается. Таким образом, в ближайшие десятилетия нищета и крайняя бедность в мире со всеми ее пороками и страданиями станет уже немассовой, хотя и будет еще долго оставаться острой проблемой.

С одной стороны, данный тип отчуждения в целом обозначился, но еще не раскрылся полностью. С другой стороны, попытки механически перенести западные стандарты на слаборазвитые и перенаселенные страны могут иметь негативные последствия. Мы уже не раз писали о роли завышенных ожиданий в возрастании социального недовольства, социальной нестабильности и даже в совершении революций в странах, которые довольно успешно развивались экономически (см. подробнее: Гринин 2011б; 2011в; 2014б; Гринин, Коротаев 2013а; 2014а; Гринин, Исаев, Коротаев 2015; Grinin, Korotayev 2014a).

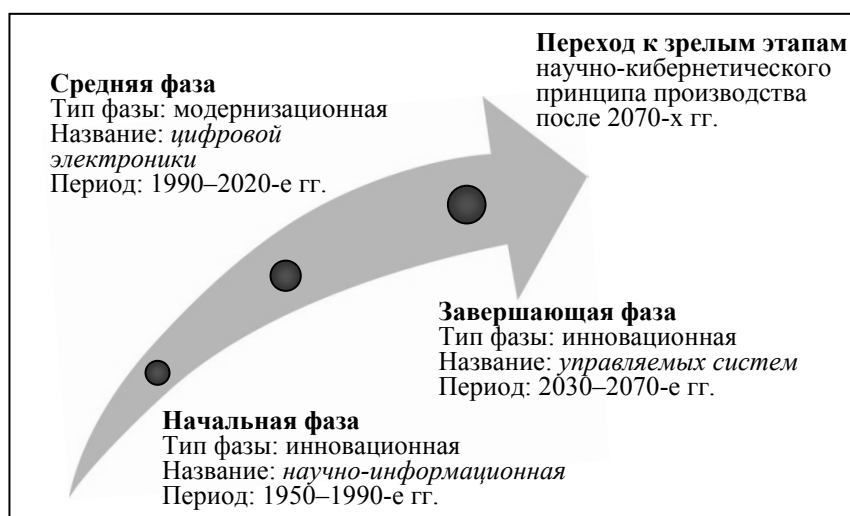
## **5.2. КИБЕРНЕТИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ: ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

В настоящем параграфе будут даны только предварительные характеристики кибернетической революции. Более развернутое изложение дается в *Главах 6, 7, 8*. В следующем параграфе этой главы будут охарактеризованы технологии начальной и модернизационной фаз данной революции, которые сегодня рассматриваются как зрелые (химия, электроника, информационные технологии

и т. п.). О технологиях, которые станут прорывными в завершающей фазе кибернетической революции, в общих чертах сказано в *Главе 7*, а подробному их описанию посвящена *Часть 3*.

**Основные фазы.** В результате вышеперечисленных накопленных инноваций и изменений общественной системы в 1950-е гг. и смогла начаться кибернетическая революция (см. Рис. 5.2). Ее начальная фаза продолжалась до начала 1990-х гг., то есть длилась примерно 40 лет. Затем ее сменила средняя фаза, основной результат которой – распространение инноваций и доведение их до завершенности и системности. Она продолжается до настоящего времени (и будет продолжаться до 2030-х или при задержке до 2040-х гг.). Начальную фазу кибернетической революции можно охарактеризовать как *научно-информационную* (далее мы дадим этому пояснения). Длительное время в ходу был термин *научно-техническая революция* (по одной из версий, такое название пошло от Дж. Бернала [1956]), так как она вызвала мощное, невиданное ранее ускорение научно-технического прогресса, были и иные названия<sup>6</sup>. Завершающая фаза кибернетической революции может быть дополнительно названа *фазой (само)управляемых систем*, так как эта характеристика, появившаяся уже несколько десятков лет назад, станет в будущем ведущей (см. ниже и в *Главе 6*).

Выводы о сроках окончания средней фазы, начале и длительности завершающей фазы кибернетической революции, помимо вышеизложенных аргументов, также опираются на полученные данные об устойчивых соотношениях длительности фаз друг к другу в каждом принципе производства, что продемонстрировано в *Приложении 1* (Табл. 5; длительность каждой фазы представлена выше, в Табл. 4; подробные объяснения см.: Гринин 2006а; Гринин, Коротаев 2009а: гл. 2).



**Рис. 5.2.** Фазы кибернетической революции

#### Почему текущая производственная революция названа кибернетической?

Теория производственных революций исходит из того, что смысл таких революций наиболее отчетливо обозначается только в ходе их завершающей фазы. В начальной фазе ретроспективно угадываются будущие черты, но они еще не составляют ясной системы. Таким образом, название, которое мы дали третьей

<sup>6</sup> Иногда говорят об интеллектуально-машинной фазе (см., например: Рунге 2006: 83).



производственной революции, опирается на наши предположения о том, какой будет ее завершающая фаза. Мы полагаем, что *главным в ней будет широкое использование в технологиях принципа автономности в управлении различных «умных» систем, которые в итоге превратятся в самоуправляемые системы.* Итак, в результате этой революции произойдет переход к широкому использованию систем, которые мы называем **самоуправляемыми**, поскольку они способны относительно самостоятельно реагировать на изменения окружающей среды и в рамках своих возможностей «принимать решения».

*Самоуправляемыми мы называем системы, которые могут регулировать свою деятельность самостоятельно, реагируя благодаря соответствующим встроенным программам и интеллектуальным (и иным) компонентам на изменения окружающей среды, самостоятельно принимая решения (либо предлагая их на выбор) в значительном спектре вариаций. Это системы, которые, соответственно, действуют при минимальном вмешательстве человека или полном его отсутствии* (подробнее о самоуправляемости см. в Главе 6).

Уже сегодня существует множество самоуправляемых в большей или меньшей степени систем, таких как искусственные спутники Земли, беспилотные самолеты, навигаторы, которые способны проложить маршрут, а водителю остается только управлять автомобилем. Наконец, все больше сообщений об автомобиле без водителя, самоуправляемом автомобиле (о чем мы еще скажем далее, в третьей части монографии). Данный пример, возможно, самый наглядный, но далеко не последний на этом пути. Жизнеобеспечивающие системы (такие как аппарат искусственного дыхания или искусственное сердце) могут регулировать целый ряд параметров, выбирать наиболее подходящий режим и определять критические ситуации. Имеются также специальные программы, которые могут определять ценность акций и других ценных бумаг, реагировать на изменение их стоимости, самостоятельно покупать и продавать их, совершать в день тысячи операций и фиксировать прибыль (подробнее о них см. в Главе 6). И это лишь немногие примеры уже существующего множества самоуправляемых систем. Но в большинстве случаев они имеют техническую или информационную природу (как промышленные роботы или компьютерные программы). В течение завершающей фазы кибернетической революции появится множество самоуправляемых систем, связанных с биологией и бионикой, генетикой и медициной, сельским хозяйством и окружающей средой, нано- и биотехнологиями. Число и сложность таких систем, а равно автономность их работы возрастут на порядки. Сама человеческая жизнь будет все более организована через такие саморегулируемые системы (и станет под них подстраиваться). Кроме того, они окажутся способными существенно экономить потребление энергии и ресурсов.

Далее мы еще неоднократно вернемся к характеристикам и примерам самоуправляемых систем. Сейчас сделаем предварительный вывод: во-первых, основные изменения кибернетической революции будут связаны с резким возрастанием возможностей управления различными процессами и создания самоуправляемых автономных систем, во-вторых, развитие управляемости систем можно характеризовать как главный вектор кибернетической революции. Соответственно анализ управляемых и самоуправляемых систем может опираться на идеи **кибернетики** как науки об управлении различными сложными управ-

ляемыми системами (биологическими, социальными и техническими) благодаря приему, трансформации и передаче информации<sup>7</sup>.

**Вот почему мы назвали данную революцию кибернетической**, причем связь с принципами кибернетики хорошо прослеживается не только в завершающей, но и в начальной и модернизационной ее фазах. Ниже мы подробно рассматриваем связь кибернетики и кибернетической революции.

**Управление, информация и кибернетика.** Понятия управления и информации – важнейшие для кибернетики, поскольку управление – это важнейшая часть сложных систем, и оно не может осуществляться иначе как через преобразование информации.

Между тем, как мы увидим ниже, в кибернетической революции с самого ее начала важнейшими становятся технологии, связанные с обработкой информации и все более сложными системами управления (первые ЭВМ возникли уже во второй половине 1940-х гг.). Таким образом, изменения в информационных технологиях абсолютно логично рассматривать как важнейшую характеристику начальной и последующих фаз кибернетической революции, так как информационные технологии – это фундамент для перехода к управляющим технологиям. Управляемость и самоуправляемость (как высшая форма управляемости) в системах также являются важнейшими категориями, которыми оперирует кибернетика. Управляемость опирается на «выбор» системы. Так, например, У. Эшби подчеркивает, что, переходя от любого состояния к состоянию равновесия, система совершает выбор в том объективном смысле, что некоторые состояния ею отвергаются, а сохраняются только те, в которые она переходит. И «в той степени, в какой каждая детерминированная система стремится к равновесию, она совершает и выбор» (Эшби 1966: 332–333; см. также: Украинцев 1972: гл. 7)<sup>8</sup>.

О понятиях выбора и решения как очень важных для характеристики самоуправляемых систем еще будет сказано в *Главе 6*. Во многих современных системах также заложена возможность выбора. В будущем сложность выбора систем возрастет. Это могут быть сложная ориентация робота в пространстве и его интеллектуальное поведение в непростых ситуациях; особая биохимическая реакция в генах, которая происходит при определенных условиях и контролируется специальным регулятором; конкретная конфигурация наносистемы, которая сможет «запоминаться» и воспроизводиться; заданное свойство живой или ис-

<sup>7</sup> См.: Винер 1983; Бир 1963; Эшби 1966; Foerster, Zopf 1962; Umpleby, Dent 1999; Теслер 2004; Глушков 1986; Веер 1994; Розанова 2009. В плане кибернетики небезынтересна и книга Станислава Лема «Сумма технологий» (Лем 1968; см. также: Могилевский 1999; Плотинский 2001; Истон 1997). Кибернетика также часто определяется как наука об информации, но сама информация при этом уже с работ Н. Винера, то есть с конца 1940-х гг., рассматривалась прежде всего как некие сигналы, с помощью которых осуществляется процесс управления. Например, кибернетика может определяться как наука об общих законах получения, хранения, передачи информации в сложных управляющих системах (Энциклопедия кибернетики... 1975: 12).

<sup>8</sup> Что касается самого понятия системы, то существует множество ее определений. От самого простого, данно-го, например, Л. Берталанфи: «Система – это набор взаимодействующих элементов» (Bertalanffy 1968), до весьма сложных (см. подборку определений в: Гайдес 2005: 24–25). Для наших целей можно использовать в качестве рабочего кибернетическое определение: *система – категория, обозначающая объект, организованный в качестве целостности, где энергия связей между элементами превышает энергию их связей с элементами других систем* (А. Ю. Бабайцев. См.: Сафронов б. г.). О системно-структурном подходе см. также: Мезаровић 1964; Jones 1969; Боулдинг 1969; Эшби 1969; Щедровицкий 1964; Блауберг, Юдин 1967; 1972; Садовский 1974; Садовский, Юдин 1969а; 1969б; Аверьянов 1985; Блауберг 1997; Лисеев, Садовский 2004. См. также наш анализ понятия систем разного уровня (Гринин, Коротаев 2009а: гл. 1).

кусственной ткани, проявляющееся в нужных условиях; поддержание необходимых для комфортного существования индивида параметров взаимодействия внутренних процессов организма и окружающей среды; регулирование сложных процессов, вроде уличного движения, в социально-техническом пространстве и т. п. При этом в самоуправляемых системах произойдет соединение характеристик живой материи/новых уровней материи (например, наноуровней) и технологических принципов.

**Интересные кибернетические модели.** В 1950–1960-е гг. были созданы интересные системы, которые показывали принципиальное сходство в реакциях технических и живых систем в поддержании определенных состояний. Пионеры кибернетики смогли продемонстрировать принципиальное сходство в моделях управления между техническими и живыми системами не только теоретически, но и путем создания относительно несложных технических моделей, которые в некоторых отношениях напоминали животных (в смысле копирования, точнее, моделирования условных рефлексов). По сути, это были автоматы, которые воспроизводили некоторые жизненные функции живого существа. Для этого такому автомату требовалось предоставить широкие возможности выбора действий, то есть создать для него программу, которая сама изменялась бы под воздействием внешних или внутренних влияний или могла бы выбирать действия. К этому и стремились подражатели жизненных функций – кибернетические машины 60–70-х гг. XX в. Мы приводим в сокращении описание поведения некоторых моделей из книги В. В. Черняка (2006: 439–446), поскольку оно дает также представление о некоторых технологиях, которые использовались (и могут использоваться) в управляемых и самоуправляемых системах.

В 1948 г. английский физиолог У. Р. Эшби сконструировал искусственное существо, названное гомеостатом. Такое название подчеркивает его сходство с биологическими системами. В физиологии существует понятие «гомеостаз», означающее относительно динамичное постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций организма человека, животных и растений (его можно охарактеризовать как саморегулирование). Одно из главных свойств всякого живого организма состоит в стремлении поддерживать состояние определенного равновесия. Это стремление остается неизменным, какое бы внешнее или внутреннее влияние ни воздействовало на существо. Если же организм не в состоянии восстанавливать это равновесие, он гибнет.

Задача гомеостата Эшби состояла в том, чтобы моделировать эту общую для живых организмов способность поддерживать равновесие (саморегулироваться). Гомеостат – это самоорганизующая, саморегулируемая система, моделирующая способность живых организмов поддерживать некоторые величины в физиологических границах, например температуру тела. Гомеостат состоит из четырех ящиков, на верхней крышке каждого из которых укреплена подвижная магнитная стрелка. Эти четыре магнитные системы имели перекрестные обратные связи. Каждая связь регулировалась при помощи кольцевого реостата с отводами, которые переключались при перемещениях магнитов. Обратим внимание, что такая конструкция обеспечивала системе несколько сотен тысяч различных состояний. Гомеостат Эшби обладал важным свойством: в какое положение его ни

приводит, он всегда находит состояние равновесия. Это следует понять так: какой бы частой или большой ни была амплитуда колебаний магнитных указателей на крышках ящиков, прибор сам, без постороннего вмешательства, способен привести их в такое состояние, при котором стрелки лишь едва-едва колеблются, можно сказать, находятся в покое. При неустойчивом состоянии магниты перемещаются, случайно изменяя схему соединений гомеостата, отыскивая новое положение, при котором достигается состояние устойчивого равновесия.

Гомеостат обладает способностью самоорганизации, то есть может в известной степени обучаться и приспосабливаться формами своего поведения к устойчивому равновесию с окружающей средой при некоторой случайности во внутреннем строении (например, при изменении параметров, связей с окружающей средой, частичной поломке).

Отдельные коробки связаны между собой посредством электропроводов, так что изменение состояния внутри одной из них воздействует на состояния в других коробках. Следовательно, достаточно с помощью ручного переключателя вывести из состояния покоя одну только магнитную стрелку, как сразу же начинают беспорядочно колебаться магнитные стрелки на остальных трех коробках. Однако во всех случаях рано или поздно прибор найдет равновесие. И поиски носят в высшей степени последовательный, систематический характер. Прибор поразительно напоминает живое существо еще и тем, что способен привыкать к помехам (анализ работы гомеостата как управляемой системы см.: Beer 1994: 289 и далее; Pickering 2004).

Искусственное животное И. А. Дейча, исследователя из Оксфордского университета, умело делать достаточно сложные вещи. Оно было способно не только проходить лабиринты разного типа: если два лабиринта, предварительно пройденные мышью, соединяли в какой-либо общей точке, оно в каждой из них находило «сало», следуя по самому короткому пути.

Американский ученый Грей Вальтер создал «механического жука» – такую «модель организма», которая приспосабливается к окружающим условиям. Это кибернетическое устройство может передвигаться – катиться на роликах по столу. Достигнув края стола, оно с помощью так называемого скользящего чувствующего органа замечает глубину и в соответствии с этим включает моторчик, находящийся у него внутри. Действие моторчика меняет направление движения – «жук» начинает двигаться теперь уже параллельно краю стола. Когда он снова достигает конца, его «рефлексообразное» бегство от глубины повторяется.

Н. Винер сконструировал искусственное насекомое – «моль и клоп», которое может воспроизводить как положительный, так и отрицательный фототропизм. Если на его фотоэлемент попадает луч света, оно мчится в направлении его источника, но едва приближается к нему вплотную, как в действие вступает другой мотор, который движет его в противоположном направлении, удаляя от источника света. Представим теперь себе, что это окажется движением к другой лампе, тогда, естественно, по прошествии некоторого времени «насекомое» снова повернет и опять направится к первой лампе. Вот так «насекомое» сначала ищет свет, подобно моли, потом прячется от него, как клоп, – практически судорожно мечется между двумя источниками света.

«Элмер» – электромеханический робот и «Элзи» – прибор, чувствительный к внешним источникам света и сохранивший внешнее и внутреннее равновесие, – это две искусственные черепахи, обладающие примечательными свойствами позитивного и негативного фототропизма. Они тоже трогаются в путь по направлению к лампе, когда свет попадает на фотоэлемент, и удаляются от нее, если освещенность превосходит некоторый предел. Что произойдет в том случае, если черепах пустить одновременно по направлению к одной и той же лампе? Можно стать очевидцем интересных явлений. Металлические оболочки обеих моделей снабжены чувствительными элементами, служащими для того, чтобы в случае столкновения сразу же менять направление движения черепах (благодаря мотору, немедленно вступающему в действие). Поэтому, когда черепахи сталкиваются, кажется, будто они ссорятся, дерутся. А когда (вследствие столкновения) они расходятся, уступая друг другу дорогу, создается впечатление, будто черепахи соревнуются друг перед другом в вежливости.

«Элмер» и «Элзи» также могут «ощущать» и голод, и сытость. В самом деле, если находящиеся в них аккумуляторы истощатся, они не изменят направления движения даже от сильного света, а будут покорно следовать на станцию пополнения электроэнергии – «ресторан», встроенный в лампу. Там они запасаются энергией: «питаются» до тех пор, пока не насытятся, то есть пока вновь не наполнятся их аккумуляторы. После этого снова вступают в силу их первоначальные «рефлексы».

«Кора» – автомат условного рефлекса – сходна с собакой Павлова. Ее можно научить по свистку двигаться в направлении источника звука. Для этого необходимо, включая лампу, одновременно издавать свист. Вначале «Кора» пускается в путь под действием света и в направлении источника света, но позднее включать лампу уже не требуется: услышав свист, она начинает двигаться в его направлении. Следовательно, теперь «Кора» ведет себя по отношению к звуку так же, как ранее по отношению к свету. У нее выработался «условный рефлекс». Тайна состоит в том, что как свет, так и свист вызывают в данном устройстве электрические преобразования. Электричество заряжает аккумулятор. Если аккумулятор заряжен в достаточной степени, избытка электричества, образующегося от действия звука, достаточно для включения мотора, который заставляет искусственное животное двигаться теперь уже по направлению к звуку. «Кора» может не только «вырабатывать» условные рефлексы, но и «забывать» их. Ведь если аккумуляторы разряжаются, она тут же теряет способность выполнять новую задачу и только после очередных упражнений приобретает ее вновь. Значит, «Кора» способна забывать так же, как и всякое другое животное, только значительно быстрее. Более того, во время выработки условного рефлекса у «Коры» появляется «ученическая нервозность», словно у студента, который беспокоен, нетерпелив во время работы над учебным материалом.

«Филипс» – это «собака», способная разыскивать источник света. В его теле находятся два фотоэлемента. Если на один из них падает луч света, то включается мотор, который поворачивает искусственное животное относительно источника света до тех пор, пока лучи не будут попадать на оба фотоэлемента, то есть до тех пор, пока пес не окажется в положении, обращенном к свету: тогда начинается движение в сторону лампы. «Филипс» умеет делать и многое

другое. Услышав свое имя, он останавливается и даже виляет хвостом. Если поднести к нему колбасу, он замечает ее, поворачивает голову и «облизывается».

**Самоуправляемость в эволюционном аспекте.** Повторим еще раз, что кибернетика рассматривает очень широкий спектр управляемых и самоуправляемых систем. Чем шире регулярность наблюдается в различных областях реальности, тем надежнее использование этих регулярностей в научном анализе. Поэтому небезынтересно отметить, что саморегулирование наблюдается на различных уровнях природы: от наноразмерности (Makino *et al.* 1990) до популяций животных (Wynne-Edwards 1965) и обществ (Pearce 1987; Cummings 1978; Bandura 1991). Мы также полагаем, что развитие самоуправляемых систем в неживом и живом мире, обществе и технологиях может быть дополнительно исследовано и путем использования междисциплинарных эволюционных парадигм. В рамках нашей темы стоит отметить, что развитие управляемости систем представляется нам одним из наиболее важных трендов эволюции в целом. В значительной мере таковыми выступают уже звезды, способные после истощения определенных видов «горючего» переходить на другие его виды (за счет новых реакций) и соответственно поддерживать свои размеры и форму. Множество самоуправляемых систем появляется в рамках химической формы движения материи. На стадии преджизни можно найти удивительные примеры самоуправляемых систем. Естественно, что жизнь с точки зрения самоуправляемости демонстрирует нам еще более высокие ее образцы. При этом эволюция жизни идет по пути развития самоуправляемости, например формирование центральной нервной системы – путь повышения саморегуляции организма. Очевидно, саморегуляция – универсальное явление, характерное для большинства систем. Различные формы социальной организации в животном мире также демонстрируют новую ступень развития самоуправляемых систем. Нервная система во многом заменила гуморальную регуляцию как менее эффективную. Наконец, в ходе социальной эволюции способность к самоуправляемости возрастает, в том числе за счет возникновения корпораций и политических систем (включая демократию). В частности, государства, уже достигшие определенного уровня, где население связывает себя с данным государством, способны восстанавливаться даже после распада. Многочисленные примеры этого демонстрирует, например, история Китая. Такие государства мы назвали развитыми (см.: Гринин 2010б). Затем в ходе внедрения различных изобретений появлялись и технические самоуправляемые системы, число которых в процессе развития индустриальных обществ колоссально возросло. Таким образом, кибернетическая революция, породившая множество новых систем саморегуляции и самоуправления, может быть рассмотрена в ряду не только производственных революций, но и более длительного эволюционного развития.

Однако отметим, что в этом плане эволюция происходит не по схеме, которую разрабатывают некоторые кибернетики: живые системы – социальные – технические, при этом последние на каком-либо этапе своего развития угрожают человеку (см., например, книгу А. В. Жданко с названием, перекликающимся с нашими исследованиями, – «Эволюция управляемых систем» [Жданко 2008])<sup>9</sup>. Развитие скорее пойдет в сторону «киборгизации» человека в связи с необходимостью замены отдельных тканей, элементов и органов в результате

<sup>9</sup> Такой подход опирается на общую идею кибернетики о фундаментальных сходствах в системе управления в живых, социальных и технических системах.

старения, травм или генетической недостаточности. Это будет одним из магистральных направлений, хотя, по нашему мнению, оно получит широкое распространение только к концу XXI в. и никогда не дойдет до того, чтобы основа человеческого организма стала небиологической (подробнее об этом см. в следующих главах).

### 5.3. НАЧАЛЬНАЯ И СРЕДНЯЯ ФАЗЫ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ: НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. ХИМИЯ И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

**Начальная (научно-информационная) фаза кибернетической революции: некоторые характеристики.** Ниже показан общий ход этой революции за шестьдесят с лишним лет с ее начала (1950-х гг.) до настоящего времени, как он представлялся современникам по мере ее разворачивания – сначала как новая научно-техническая, затем как научно-информационная революция. Этот же период – начальная и средняя фазы кибернетической революции – с точки зрения основных характеристик кибернетической революции будет проанализирован в следующей главе.

Начальную фазу кибернетической революции мы назвали научно-информационной. *Научной*, потому что наметился переход к научным методам планирования, прогнозирования, маркетинга и логистики, управления производством, распределением и обращением ресурсов, коммуникацией, а сами научные разработки стали важнейшим в смысле инновационности товаром. В целом расходы на науку и научно-исследовательские разработки стали очень крупным сектором экономики с объемом финансирования в триллионы долларов, особенно с учетом вузовской науки (см. Рис. 5.3)<sup>10</sup>. Появился новый тип предприятий – венчурные компании, которые занимаются внедрением инноваций и опираются на новейшие достижения науки<sup>11</sup>. Одновременно резко возросло влияние науки как средства производства и планирования, расходы на прикладную науку увеличились колоссально. Курс на инновации (немыслимые без НИОКР) как магистральное направление в развитии экономики взят в десятках стран.

Ощущается переход к активному использованию научных методов и подходов в самых различных областях жизни: от питания до спорта, от планирования семьи до выбора места жительства. Роль этих методов и далее будет неуклонно возрастать. Поэтому детерминатив «научный» относится не только к определению первой фазы революции, но и к определению принципа производства как *научно-кибернетического*.

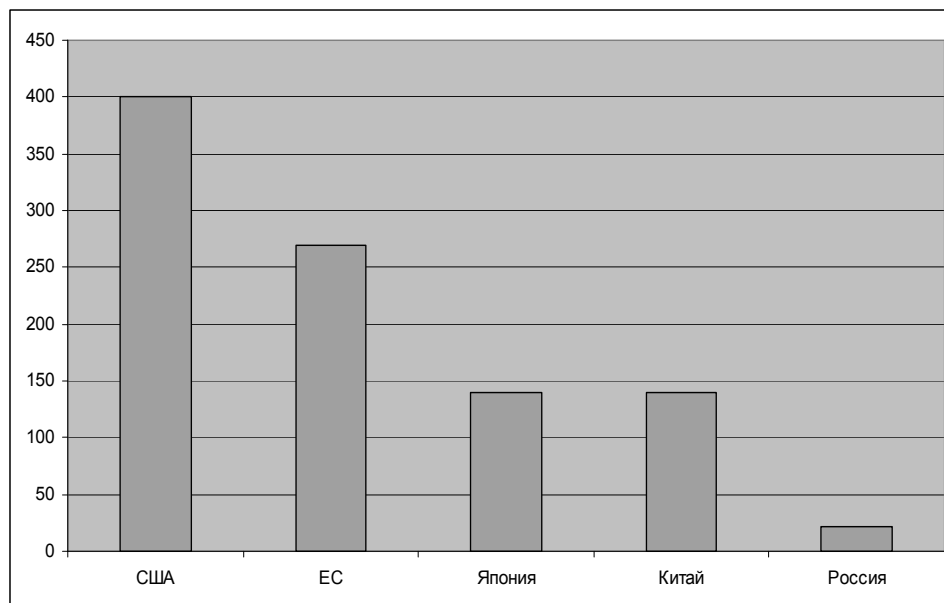
Здесь было бы кстати отметить, что тренд к созданию самоуправляемых систем возник едва ли не ранее всего именно в научной сфере, где квалифицированный труд особенно ценится. В результате наблюдения с помощью микроскопов, телескопов, сейсмографов, фиксация с помощью фото, теле- и иной аппара-

<sup>10</sup> Объемы финансовой поддержки НИОКР в мире увеличились почти в два раза: с 753 млрд долларов в 2001 г. до 1,4 трлн долларов в 2011 г. (Котляр 2014), при этом быстро растут расходы в таких странах, как Китай, Южная Корея, Индия, Бразилия.

<sup>11</sup> К слову, работа венчурных компаний сегодня во многом строится на массовости проектов, то есть убыточность одних проектов покрывается за счет успеха других. Можно предположить, что в будущем значимость этих компаний (точнее, в чем-то им подобных) возрастет, следовательно, должны появиться и новые технологии, уменьшающие риски, как появились такие технологии (хеджирования рисков) в области инвестирования и игры на биржах и площадках.

туры изменений параметров небесных сфер, метеорологии, различных природных процессов могут идти круглосуточно без непосредственного участия ученых, которые заняты только анализом полученной информации (хотя и она обрабатывается другими системами). Мы уже не говорим о сложнейших самостоятельно работающих системах, задействованных в экспериментах с субатомными частицами или самоуправляемых космических аппаратах. В целом огромное количество научной аппаратуры работает все более автономно. Таким образом, идея о научно-информационной фазе кибернетической революции как ее начальной фазе в этом аспекте получает дополнительное обоснование.

2010 г. (млрд долларов США)



**Рис. 5.3.** Расходы на НИОКР

Источники: Global Funding Forecast 2010: 5; Порог 2013.

*Информационной* эту фазу можно назвать потому, что роль информации и программно-информационных технологий возрастает с каждым годом, а также увеличивается доля информации в создании добавочного продукта. Сам по себе сектор, связанный с созданием, обработкой, распространением информации, включая технические и программные средства, стал одним из ведущих. А непосредственно информация является одним из важных и быстрорастущих продуктов производства (важных как в производстве, так и в потреблении). Связь науки и информации многообразна и вполне очевидна. С одной стороны, работа с информацией требует научных методов, с другой – современные сложные производственно-научные системы для своего функционирования требуют мощного и возрастающего потока информации. Кибернетическая революция началась на основе радикальных изменений, уже произошедших в передаче и трансляции информации (теле-, радио- и других форм). Канун и самое начало революции ознаменовались открытием качественно новых инноваций (компьютеров и но-



вых форм информации – двоичного кода и т. д.). Также будет кстати отметить, что именно в области информатики появились разнообразные и многочисленные самоуправляемые системы, способные сделать более крупные системы умными и гибкими. Поскольку кибернетика – это наука об информации в процессе управления, очевидно, что название *научно-информационная фаза* вполне естественно для начальной фазы кибернетической революции.

**Основные итоги научно-информационной фазы кибернетической революции.** В 1950–1960-е гг. активно развивались инновации, созданные в 1930–1940-е гг., и непрерывным потоком шли новые, которые получили широкое распространение на пару десятилетий позже.

**Подъем уже обозначившихся направлений.** В 1950–1960-е гг. ключевыми секторами нового принципа производства были новая химия (то есть химия искусственных материалов), развитие автоматизированных производств (в сталеплавлении, энергетике, машиностроении и обработке и т. д.), некомпьютерная/неинтерактивная электроника (производство радиоприемников, телевизоров, магнитофонов и пр.)<sup>12</sup> и оптика, достижения которых все активнее применялись для автоматизации производства. Можно указать также на применение новейших достижений с целью повышения продуктивности сельского хозяйства (в селекции и борьбе с вредителями) и в ряде других отраслей. В это время началась так называемая «зеленая революция» (см. ниже). Существенные изменения произошли в авиации в связи с созданием реактивных пассажирских самолетов, которые преодолели звуковой барьер, а также с увеличением вместимости пассажирских салонов (Виноградов, Пономарев 1991: 210 и др.). В указанных направлениях прорывы были уже подготовлены ранее – в 1930–1940-е гг., некоторые имели весьма солидный опыт развития. Так, например, получение синтетических материалов активно развивалось с последней трети XIX в. (Черный 2005: 134–136; Зворыкин и др. 1962; Шухардин и др. 1982: 193 и далее).

**Отличия несистемных изменений, имеющих место перед производственной революцией, от кластера изменений ее начала.** Масштабные изменения в химической промышленности неслучайно происходили в 1920–1930-е гг., то есть еще до начала кибернетической революции. Химическая промышленность была сравнительно молодой, возникшей уже на высокой стадии промышленного принципа производства, не исчерпавшей, следовательно, своих потенций. Однако напомним, что говорить о начале производственной революции можно только тогда, когда создается заметный и системно организованный принципиально новый сектор экономики. Революция потому и называется революцией, что в ее ходе происходят колоссальные изменения. И то, что было в общем объеме не слишком важным или даже малозаметным, стало важным или важнейшим, а рост этих направлений становится стремительным, захватывая все новые сферы. А в 1930–1940-х гг. такого еще не было (можно было вести речь лишь о передовых предприятиях и небольших подотраслях)<sup>13</sup>. Рассмотрим

<sup>12</sup> Ее также называют твердотельной электроникой в отличие от электроники будущих десятилетий (1980–1990-х гг.), электроники больших интегральных схем. (Отметим, что экономика Японии в 1950–1970-х гг. поднялась на волне развития технологий твердотельной электроники, а в Южной Корее в 1990–1990-х гг. – на волне развития технологий больших интегральных схем.)

<sup>13</sup> Вспомним, что и паровые машины использовали в течение 150 лет до создания машины Дж. Уатта.

это на примере химической промышленности<sup>14</sup>, а в следующей главе – на примере автоматизации.

➤ *Несистемное становится системой.* Как уже было сказано, революция превращает прежде несистемные (хотя и важные) изменения в основу новой системы. И если производство искусственных материалов существовало до кибернетической революции, но не было ведущим направлением, то в ее ходе стало таковым.

➤ *От случайных открытий и изобретений к целенаправленному поиску.* От случайных поисков и находок химия в 1940–1950-х гг. перешла к планомерной замене естественных дефицитных материалов другими, по качеству не уступающими или даже превосходящими их. Основной тенденцией химии стало стремление проектировать молекулярную структуру вещества с заранее заданными свойствами. Синтез подобного вещества в современной химии стал вестись уже не вслепую, а на основании глубокого изучения законов образования молекул. В результате уже в течение 10–15 лет после войны удалось создать сотни искусственных материалов, заменяющих металл, дерево, шерсть, шелк, стекло и многое другое. Количество модификаций искусственных материалов поражает воображение. Уже к концу 1950-х гг., например, был разработан синтез 25 тыс. типов каучуков с различными свойствами (Зворыкин и др. 1962: 668)<sup>15</sup>. Значительно выросло и число композиционных материалов<sup>16</sup>.

➤ *Синтез новых направлений в единую систему.* Для химической промышленности особенно важна комплексная автоматизация. Поэтому вовсе не случайно автоматизация на первых порах достигла особых успехов именно в химической промышленности. В частности, были полностью автоматизированы процессы температуры, давления, состава, скорости протекания реакций, так как только это может обеспечить стабильность процессов, а также безопасность в отношении протекания опасных и вредных процессов. Подчеркнем, что здесь налицо также рост управляемости системы промышленного химического производства.

➤ *Глубина изменений.* В ходе бурного развития кибернетической революции выявляется разница между прежними похожими технологиями и возникшими или особенно развившимися в ходе революции. Так, первые искусственные материалы, такие как целлулоид и искусственный шелк, производились из природных материалов (сырья, в частности, шелк из целлюлозы), а производство материалов из синтетического сырья началось только в самом конце 1920-х – начале 1930-х гг., причем их широкое производство стартовало только с 1940-х гг. Речь идет о так называемом органическом синтезе и полимеризации, которая была разработана в 1930-х гг., а затем была оформлена теория полимеров. Таким образом, в отношении химии в ходе кибернетической революции происходил *переход от ис-*

<sup>14</sup> При описании изменений в химической промышленности нами использовались характеристики и данные из книги: Зворыкин и др. 1962.

<sup>15</sup> Мировое производство синтетических смол и пластмасс возросло с 1950 по 1974 г. с 1,6 млн т до 46 млн т, то есть почти в 29 раз, в том числе в США – с 1 млн до 13 млн т, в Японии – с 18 тыс. до 7 млн т, в ФРГ – с 84 тыс. до 8,5 млн т и в СССР – с 67 тыс. до 2,5 млн т. За это же время мировое производство химических волокон возросло с 1,7 млн т до 12,3 млн т, в том числе в СССР – с 24,2 тыс. до 887 тыс. т, то есть в 36,7 раза (Паршаков 1997, со ссылкой на: Хейнман 1977: 187, 188).

<sup>16</sup> Например, известный композиционный материал кевлар-49, созданный в 1965 г. С. Кволек, состоит из нитей стекла, нейлона, бора, углерода и смол. Кевлар применялся для изготовления бронежилетов (Шейпак 2009, кн. 1: 59).

пользования природного химического сырья к искусственному. Теперь искусственное волокно было почти полностью произведением промышленности<sup>17</sup>. А технологическая цепочка искусственности удлинялась. При этом важно отметить: если в старых технологиях происходило сначала разрушение сложных молекул, например клетчатки, чтобы затем образовались новые, то в процессе синтеза, наоборот, из простых молекул получают сложные (Зворыкин и др. 1962: 660).

➤ *Изменение иерархии важности производств и компонентов.* Так, характерной чертой новейшей химической технологии является применение распространенных элементов, ранее использовавшихся в малых масштабах, и превращение их в основу химической технологии, а также использование в качестве основы этой промышленности углеводородов.

➤ *Также на вооружение берутся новые методы воздействия:* высокое давление (тысячи атмосфер), глубокий вакуум (до тысячных долей атмосферы), высокие температуры (тысячи градусов), низкие температуры (близкие к абсолютному нулю), использование электроразрядов, ультразвука, радиоактивных излучений, лазеров и др.<sup>18</sup>

➤ *Более тонкое воздействие на все более глубоком уровне вещества.* В этом отношении интересно возникновение лазерной химии, суть которой в воздействии не на температуру вещества, а на энергию определенных слоев молекул, благодаря чему можно осуществлять относительно точечное воздействие на вещество, разрывать молекулы в нужном месте, тем самым ускоряя многие химические процессы и осуществляя реакции, которые раньше считались невозможными.

Чтобы по-настоящему управлять химическими реакциями, инициировать именно те реакции, которые желательны, а не те, которые происходят при нагревании, нужно возбуждать не электронные, а колебательные уровни молекул, и притом вполне определенные колебательные уровни, так как разным связям в молекуле соответствуют разные наборы колебательных частот. Возможность сугубо избирательного воздействия на химические связи молекул появилась с созданием мощных лазеров, генерирующих энергию в инфракрасном диапазоне частот, то есть на частотах, соответствующих переходам между колебательными уровнями молекул. Крайне важно, что нагревание колебательных уровней с помощью лазеров происходит очень быстро. Первые лазерные химические реакции были произведены в конце 1960-х гг. Позже удалось добиться, чтобы лазерное излучение в химии выполняло следующие функции: подготовка реагентов, перевод их в нужные возбужденные колебательные состояния, после чего реакция идет в заданном направлении и с нужной скоростью; использование методов лазерной спектроскопии для идентификации продуктов реакции и анализа их состояний; воздействие на сам ход химической реакции в очень короткий (в наносекунды) промежуток времени, когда совершается акт столкновения генерирующих молекул (Тарасов 1988: 183–186).

<sup>17</sup> В нанохимии уже происходит новый переход – создание практически полностью искусственных соединений с использованием готовых атомов.

<sup>18</sup> Без этого создать большую номенклатуру новых материалов было невозможно. В частности, число веществ, способных к самопроизвольной полимеризации, не очень велико. Обычно для осуществления реакции необходимы специальные условия (температура 200 °С и давление 1200–3000 атм.), а также катализаторы (Зворыкин и др. 1962; см. также: Мухленов и др. 1984).

**Успехи сельского хозяйства.** Неспособность обеспечить быстрорастущее население продовольствием было одной из самых главных проблем развивающихся стран. В этом отношении было проведено много мероприятий (включая внедрение новой агрономии, техники, знаний и т. п.), и в целом – несмотря на неудачи в отдельных случаях – развивающиеся страны существенно продвинулись в данном направлении. В числе наиболее успешных мероприятий можно отметить «зеленую революцию» – комплекс изменений в сельском хозяйстве развивающихся стран в 1940–1970-х гг., которые привели (и продолжают вести) к значительному увеличению мировой сельскохозяйственной продукции (Thirtle *et al.* 2003; Pingali 2012)<sup>19</sup>. Этот комплекс включал в себя использование достижений генетики, селекции и физиологии растений для активного выведения более продуктивных сортов растений, применение удобрений, пестицидов, современной техники. Другой компонент «зеленой революции» – давно знакомая азиатским странам ирригация, которой с началом «зеленой революции» в ряде стран стали уделять особое внимание.

Начало этой революции было положено во время Второй мировой войны в соседней с США Мексике в 1943 г. внедрением сельскохозяйственной программы мексиканского правительства и Фонда Рокфеллера (таким образом, эти изменения начальной фазы кибернетической революции также были подготовлены до ее начала, получив затем огромное распространение). Крупнейших успехов по этой программе достиг Норман Борлоуг (2001 г.), который селекционировал множество высокоэффективных сортов пшеницы, в том числе с коротким стеблем, устойчивую к полеганию. К 1951–1956 гг. Мексика полностью обеспечила себя зерном и начала его экспорт, за 15 лет урожайность зерновых в стране выросла в 3 раза. Разработки Борлоуга были использованы в селекционной работе в Колумбии, Индии, Пакистане, в 1970 г. Борлоуг получил Нобелевскую премию мира. В 1963 г. на базе мексиканских исследовательских учреждений был создан Международный центр улучшения сортов пшеницы и кукурузы (CIMMYT), активно способствующий распространению «зеленой революции». Мексика стала ее родиной неслучайно и в неслучайное время, поскольку США реально были заинтересованы в улучшении продовольственного обеспечения данной страны в условиях войны и послевоенного времени. (Не стоит также забывать, что до 1946 г. Филиппины были подчинены США, поэтому они также не случайно стали одной из успешных стран «зеленой революции».)

«Зеленая революция» касалась не только развивающихся стран, но особое значение имела именно для них, особенно для Мексики, Кореи, Индии, Пакистана, Индонезии, Шри-Ланки и ряда других государств. Преимущественно это страны с очень большим или довольно большим населением, где пшеница и (или) рис служат основными продовольственными культурами. Быстрый рост их населения привел к еще большему увеличению нагрузки на пахотную землю, и без того уже сильно истощенную. В отсутствие свободных земель, при реальном малоземелье, преобладании мелких и мельчайших крестьянских хозяйств с низкой агротехникой более 300 млн семей в этих странах в 60–70-е гг. XX в. находились в достаточно тяжелом положении, нередко на грани выживания, либо даже испытывали хронический голод (Стопа 2010). Вот почему «зеленая революция» была воспринята в развивающихся странах как реальная попытка найти выход из создавшегося критического положения. Удалось вывести сорта

<sup>19</sup> Термин «зеленая революция» введен бывшим директором АМР США У. Гаудом в 1968 г.

риса и других злаков, приспособленных к особенностям конкретных стран (Филиппин, Индии и т. д.), которые во много раз превосходили по урожайности прежние. Когда-то в Китае (начиная с периода династии Сун и особенно в период династии Цин) были выведены особо урожайные и скороспелые сорта риса, которые позволили довести население этой страны с 40–50 млн до невероятных (даже по сегодняшним меркам) размеров – 400 млн человек (см.: Ho Ping-ti 1956; Perkins 1969: 38; Shiba 1970: 50; Bray 1984: 491–494, 598). В период «зеленой революции» прогресс в аграрных технологиях шел во многих странах третьего мира гораздо быстрее (кстати, «зеленая революция» не коснулась в этот период Китая, который реально страдал от нехватки продуктов в результате коммунистических экспериментов, достижения агротехники и селекции там были использованы на три десятилетия позже). Успехи были впечатляющими и даже поразительными. Так, всего за пять лет (с 1966 по 1971 г.) удалось увеличить на 60 % производство риса на Цейлоне, в Индии и Филиппинах, увеличить производство пшеницы в Индии почти в 2,5 раза, более чем вдвое увеличилось производство кукурузы в Марокко (Стопа 2010). В целом в течение более 50 последних лет третий мир стал свидетелем исключительного роста урожайности зерновых, несмотря на возрастающую нехватку земли и рост ее стоимости. Хотя население более чем удвоилось, производство зерновых выросло более чем втрое лишь с 30 %-ным увеличением обрабатываемой площади (Wik *et al.* 2008; Pingali 2012). Между 1960 и 2000 гг. урожайность во всех развивающихся странах поднялась на 208 % для пшеницы, 109 % – для риса, 157 % – для кукурузы, 78 % – для картофеля и 36 % – для маниока (FAO 2004; Pingali 2012). В меньшей степени на первых этапах был реализован третий компонент «зеленой революции» – собственно индустриализация сельского хозяйства, то есть применение машин, удобрений, средств защиты растений, поскольку он требует гораздо больше времени. Но прогресс в этом отношении стал более заметным в 1980–1990-е гг., он продолжается до сих пор. В целом за вторую половину XX в. производство сельскохозяйственной продукции в Азии увеличилось в 4,8 раза, а население выросло в 2,6 раза (Потапов и др. 2008: 41; Wik *et al.* 2008; см. также: Борисов 1999). Наиболее значительных успехов в развитии агросферы добивались на различных этапах Республика Корея, Таиланд, Тайвань, КНР (как уже сказано, с 1980-х гг.). Объем сельскохозяйственного производства в Таиланде, в частности, вырос за полвека (1950–2000 гг.) почти в семь раз (Королев 2003: 590–592; Swaminathan 1993; Evenson, Gollin 2003; Thirtle *et al.* 2003; Renkow, Byerlee 2010; Ecker *et al.* 2011).

#### **5.4. НАЧАЛЬНАЯ И СРЕДНЯЯ ФАЗЫ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ: АВТОМАТИЗАЦИЯ КАК ЭТАП ПЕРЕХОДА К САМОУПРАВЛЯЕМЫМ СИСТЕМАМ**

Как уже говорилось, еще в 1920–1940-е гг. началось движение к созданию первых управляемых систем, которые большую часть времени работали автономно и автономно выполняли основную часть функций. Они требовали только определенного контроля над ними и перенастройки. *Процесс автоматизации, который считали главным на заре кибернетической революции, по сути, был частью указанного процесса перехода к управляемости и самоуправляемости в производстве (позже в быту, в коммунальном пространстве, повседневной жизни). Появление науки кибернетики в 1940–1950-е гг. и развитие автоматизации – это тесно связанные вещи, так как кибернетика была научным ответом на успехи автоматизации.* К концу XX в. автоматизация проникает во все сферы

человеческой жизни. При автоматизации машина оснащается автоматическими контрольными устройствами, которые позволяют ей как бы «наблюдать» за результатами своей работы и принимать «решения», что ей делать дальше. Таким образом, машина обретает способность самостоятельно выполнять длинную цепь сложных операций. В этом случае она уже не нуждается в операторе. Роль человека теперь сводится к конструированию и созданию машины, а также к поддержанию ее в рабочем состоянии (Лилли 1970).

**Автоматизация до начала кибернетической революции.** Корни автоматизации можно искать в самом процессе механизации, так как автоматизация – это, с одной стороны, высшая форма механизации, а с другой – переход к созданию самоуправляемых систем. В этом смысле автоматизация по типу и роли напоминает разделение труда в мануфактурах, которое было переходом к машинному производству на фабриках (см. *Главу 4*). Некоторые станки-автоматы, на которых несколько инструментов подводят к изделию в определенной последовательности автоматически, а изделие автоматически же проходит через ряд позиций, на каждой из них подвергаясь одной или нескольким операциям обработки, стали появляться в 1860–1890-х гг. Уже перед Первой мировой войной появились первые автоматизированные универсальные токарные станки, на которых заготовка проходит последовательно через шесть-восемь позиций, причем на каждой такой позиции ее можно подвергать операциям сверления, точения, нарезания, проточки и развертки (Лилли 1970; Шейпак 2009: 99–102). В 1920–1930-х гг. усилилась тенденция к изучению возможностей высокоавтоматизированного машинного оборудования. Токарные станки и другие машины для обработки резанием оснащались приборами и приспособлениями для измерения размеров, которые автоматически останавливали работу этих машин, когда размеры изделия доводились до нужной величины. Многие фирмы в 1930-е гг. в США, Германии, Англии, Канаде, СССР стали выпускать автоматические (и полуавтоматические) станки. Одним из примечательных достижений автоматики стала автоматическая литейная машина, созданная на основе литейных машин, способная сделать 4 млн отливок в год. Также стали применять фотоэлементы, которые получили широкое использование в таких операциях, как сортировка и отбраковка риса, сои и сигар, выявление и отбраковка консервных банок без этикеток при их выходе из этикетировочного автомата и др. В целом это был период широкого распространения станков-автоматов. Но прогресс шел в сторону создания не отдельных станков, а системы автоматических станков. Предпринимались первые попытки создания автоматических линий, используя автоматическую передвижку продукции для дальнейшей обработки. *Но важно отметить, что тенденция к созданию автоматических машин в 1920-х и 1930-х гг. все же ограничивалась областями, в которых по той или другой причине проблемы автоматического управления и регулирования поддавались сравнительно простому урегулированию* (Лилли 1970). Возможно, исключением была автоматизация гидроэлектростанций, первые крупные работы по автоматизации и телемеханизации таких станций были проведены в 1920-х гг. (Белькинд и др. 1960: 602). Но уже в ходе кибернетической революции удалось создать системы автоматизации, при которых можно было обходиться без дежурного персонала (Там же).

**Автоматизация в начале кибернетической революции. 1940-е – середина 1950-х гг.** Машину-автомат мы можем рассматривать лишь как управляемую систему, хотя она и работает в значительной мере автономно. Но в случае создания автоматических линий, число которых стало быстро расти (особенно учитывая рост автомобильной и других массовых отраслей), мы уже имеем дело с чем-то, стоящим ближе к самоуправляемой системе. Для перехода к таким линиям требовалось организовать технологический процесс, чтобы обеспечить автоматическое перемещение детали от машины к машине, включение и выключение привода и т. д. Именно в этом и состоит принцип автоматизации транспортных операций (хотя, естественно, на практике все получается сложнее). В 1940-е и особенно 1950-е гг. это был самый простой и распространенный вид автоматизации. Например, во Франции на заводах «Рено» с 1946 по 1954 г. было установлено более 600 автоматических станочных линий. В Англии автомобильная компания «Остин Моторз Компани» приступила в 1954 г. к автоматизации производства и установила на заводах компании 60 автоматических станочных линий, не считая 43 автоматических линий, где детали проходили обработку (Зво-рыкин и др. 1962: 554, 555). Но в США продвинулись в это время дальше, достигнув стадии использования объединенных станочных линий, соединенных автоматическим конвейером длиной до 500 м и более (Там же). Тем не менее работников еще использовали для наблюдения за процессом.

Вершиной этого периода стали первые заводы-автоматы. Часто пишут, что первым таким заводом в 1950 г. стал завод-автомат в СССР, который обслуживался 9 рабочими в смену и производил в сутки 3500 поршней для автомобильных двигателей. На этом заводе автоматически, без вмешательства людей, плавился металл, который затем отливался и отжигался. Далее процесс описывался таким образом. Отливки автоматически испытываются на прочность, затем передаются на отрезной станок. После этого заготовки направляются к металлообрабатывающим станкам: фрезерным, сверлильным, токарным, шлифовальным. После изготовления поршней их очищают, лудят, проверяют на прочность изготовления, смазывают, заворачивают в бумагу и упаковывают в коробки. И все это делали автоматы. В 1954 г. подобный завод-автомат был построен в США (Лилли 1970). Появились такие и в Англии, и в других странах. Но развитие заводов-автоматов не стало ведущей тенденцией<sup>20</sup>. Больших успехов достигла автоматизация электроэнергетических систем, в частности позволяющая автономно решать проблемы, связанные с изменением нагрузки, выходом из строя тех или иных энергоузлов и т. п. (см.: Белькинд и др. 1960: 603).

**Новый этап** условно можно датировать 1960–1970-ми гг. Этот этап развития автоматического управления был связан с соединением возможностей ЭВМ и техники. Он характеризуется внедрением в системы регулирования и управления электронных элементов и устройств автоматики и телемеханики. Это обусловило появление высокоточных систем слежения и наведения, телеуправления и телеизмерения, системы автоматического контроля и коррекции.

<sup>20</sup> Хотя об этом как о главном направлении будущего производства писалось очень много. Это еще раз показывает, как трудно предвидеть конкретные формы разворачивания технологического процесса. Это нужно иметь в виду при прогнозах и сегодня. Множество интереснейших и на первый взгляд перспективнейших инноваций по разным причинам не получают значительного развития, а другие, на которые, может быть, никто и не будет ставить изначально, вырастут в магистральные направления.

*Таким образом, происходит очень важный переход от контроля над работой за счет различных механических и электромагнитных эффектов до выделения функции управления в отдельный блок (программа), а также наделяния автоматической системы определенными сенсорными органами за счет теле- и других устройств. То есть налицо качественный переход от автоматизации прежнего электромеханического уровня к автоматизации, которая уже реально становится частью процесса самоуправления за счет электроники.*

Одним из результатов объединения ЭВМ и металлообрабатывающего станка стал станок с числовым программным управлением (ЧПУ), который позволяет без вмешательства человека устанавливать заготовку, обрабатывать ее различными инструментами и отправлять готовое изделие на дальнейшую обработку.

В это же время (1960–1970-е гг.) начинается и конструирование роботов. Но достижение робототехникой определенной зрелости приходится на 1980–1990-е гг. В дальнейшем промышленная автоматизация уже была неразрывно связана с роботизацией.

**Развитие автоматизации с конца 1970-х гг.** Помимо развития робототехники автоматизация на производстве особенно активно развивалась по пути создания автоматизированных систем управления технологическим процессом, в частности в автоматизированных системах диспетчерского управления, автоматизации складского дела, транспортировки грузов и т. п. Это было связано в том числе с огромным прогрессом в компьютеризации и программировании. Здесь также можно говорить об автоматизации обширных систем связи на АТС в рамках целых стран. Именно в этот период создаются различные мощные системы, такие как объединенные энергетические системы. К 1990 г. в состав ЕЭС СССР входили 9 из 11 энергообъединений страны, охватывая 2/3 территории Советского Союза, где проживало более 90 % населения. Но работа в области крупных энергосистем началась существенно раньше – еще в 1960-е гг.

**Автоматизация в модернизационной фазе кибернетической революции.** Современный этап начинается с 1990-х гг. Вследствие развития дальней связи (Интернета) начался новый этап, позволяющий объединить в систему отдельные функции предприятий, находящихся на большом расстоянии друг от друга, особенно в финансовой, информационной, бухгалтерской областях. Также это позволило объединить в одну систему и контролировать работу людей, находящихся в разных странах мира. Особо нужно отметить автоматизацию новых видов связи (например, сотовой), что позволило создать множество различных автоматизированных моделей продаж, управления, контроля и т. п., а в целом способствовало движению и в направлении создания самоуправляемых систем. Налицо также мощнейшая автоматизация бытовых приборов, медицины и биотехнологий (о чем мы скажем далее).

## **5.5. НАЧАЛЬНАЯ И СРЕДНЯЯ ФАЗЫ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ: ИНФОРМАТИКА И ДРУГИЕ НАПРАВЛЕНИЯ**

**Возникновение новых направлений.** В 1950–1960-е гг. было сделано множество выдающихся усовершенствований, с помощью которых уже созданные технологии (например, телевидение) смогли стать массовыми.



**Электроника.** Рассмотрим это на примере развития электроники<sup>21</sup>. Реально она стала развиваться с изобретением радио, когда появились диодные и триодные лампы, но с развитием электронных приборов и машин объем, общая масса и ненадежность ламп стали сильнейшим тормозом для дальнейшего усовершенствования данной электроники. После того как в 1948 г. был изобретен транзистор, то есть полупроводниковый триод (Д. Шокли, У. Бардин, Д. Барттейн), где был использован новый принцип регулирования движения сигналов, начался второй этап развития электроники. Наконец, в 1957 г. была создана планарная технология (то есть сборка на одной плоскости, точнее, сборка деталей в полупроводниковой пластине таким образом, что в наборе переходов все они выходят на одну плоскость). Это существенно упростило сборку, точнее, даже позволило обходиться без сборки в прежнем смысле, так как все элементы создаются в одинаковых условиях и формируются в единой системе, это повысило возможность защиты от внешних воздействий. С появлением новых технологий (в частности, пленочной, при которой некоторые контакты могут быть изготовлены в виде пленок) возникла интегральная микросхема. В результате начался новый (третий) этап в развитии электроники. Значительно повысилась надежность, ранее недостаточная, из-за технологии спайки и сварки. Отсюда начался и путь не просто к миниатюризации (важнейшей черте кибернетической революции), а к микроминиатюризации. В основу микроминиатюрных изделий были положены новые принципы науки и техники. Количество объединенных таким образом элементов стало расти колоссальными темпами. К настоящему времени, как мы увидим далее, число чипов в микросхемах поражает воображение.

**Роботы.** Достижения, появившиеся уже после начала кибернетической революции, давали более старым направлениям новый импульс. Промышленные автоматы создавались достаточно давно. Но только в 1962 г. фирмы «АМФ Версат-Ран» и «Юнимейшн Инкорпорейтед» выпустили первых промышленных роботов. Их применение на производстве доказало эффективность роботизации промышленности. Именно с промышленными роботами был связан новый виток автоматизации, уже на основе достижений собственно кибернетической революции (подробнее история робототехники изложена в *Главе 11*).

**Лазеры.** К числу совершенно новых изобретений можно отнести, например, видеомагнитофон (изобретение которого относят к 1956 г.), лазеры, атомные электростанции. При этом темпы промышленного внедрения нововведений, и до того ускорившиеся, стали просто стремительными. Так, например, первые лазеры были созданы в 1960 г. (Теодор Мейман создал первый лазер на рубиновой основе; Али Джаван создал газовый лазер на гелий-неоновой основе). А их промышленный выпуск начался уже в 1965 г., когда только в Америке более 460 компаний взялись за разработку и создание лазерных установок (Рыжов 2006). В целом лазеры стали применяться во многих областях техники, науки и медицины (в том числе, как мы видели, и в химии).

**Развитие ИКТ.** Как известно, первый компьютер «Марк-1» появился (после трех лет доводок и испытаний) в 1944 г. и был расположен в стенах Гарвардского университета. Однако он работал на релейном принципе, то есть

<sup>21</sup> Некоторые данные относительно периодизации ее развития взяты из: Чернозубов 1989.

еще не был электронной машиной<sup>22</sup>. Первой электронно-вычислительной машиной стала ENIAC – ЭВМ, созданная в 1946 г. под руководством конструкторов Дж. Маучли и Дж. Эккерта на основе электронных ламп. По сравнению с компьютером «Марк-1» ENIAC работал более чем в тысячу раз быстрее. Работой отдельных блоков последнего управлял задающий генератор, который распределял последовательность тактовых или синхронизирующих импульсов, эти импульсы «открывали» и «закрывали» соответствующие электронные блоки машины (Гуттер, Полунов 1981). Работать над ним стали еще в годы войны, что, собственно, и обеспечило финансирование громадного проекта. В 1940–1950-е гг. работа над усовершенствованием ЭВМ шла очень интенсивно в США, Англии, СССР и других странах, что было по-прежнему связано с военными и другими государственными заказами, в том числе космическими (историю отечественной вычислительной электроники см., например: Малиновский 1995). В 1960-е гг. ЭВМ стали повсеместным явлением, продолжая вызывать удивление общества. Но главный прорыв в виде массовой компьютеризации произошел несколько позже. При этом происходила весьма характерная для производственной революции интеграция изобретений в один процесс: в частности, на базе работы процессора удалось объединить достижения, сделанные в оптике (монитор, фото- и видеокамера), множительной технике (принтер и сканер), передаче информации (модем, телекс, достижения в области электронных платежей и т. п.), теории передачи информации (см. об этом: Винер 1983) и целом ряде других изобретений (включая позже и телефон). Правда, наибольший размах это получило уже в конце начальной и в средней фазе революции.

Одновременно с развитием компьютерной техники шла разработка программирования в разных странах. В 1950–1960-е гг. произошло значительное продвижение в области программирования, создания новых языков и уменьшения размеров ЭВМ. В конце 1960-х гг. появился даже прообраз Интернета, а именно: в 1969 г. была создана APRANET – первая территориальная компьютерная информационная сеть, которая первоначально состояла из четырех компьютеров и объединяла Калифорнийский университет в Лос-Анджелесе, Калифорнийский университет в Санта-Барбаре и университет Солт-Лейк-Сити в штате Юта. Именно данная концепция объединения сетей в дальнейшем переросла в Internet. Но реально прообраз мировой сети был создан позже – в 1980-е гг. В частности, годом рождения сети Интернет считается 1982 г. (или 1986 г., когда возникла NSFNET – первая высокоскоростная компьютерная информационная сеть, на основе которой впоследствии был создан глобальный международный Internet).

**Разные направления.** Из других неуказанных направлений, активно проявившихся уже к концу научно-информационной фазы кибернетической революции, упомянем развитие различных видов множительной техники, оптики, атомную энергетику, био- и медицинские технологии, освоение космоса, земных недр.

**Средняя (модернизационная) фаза революции.** Обретение кибернетической революцией прочной инновационной базы, подъем, который реализует уже

<sup>22</sup> Отметим, что релейные машины еще некоторое время в течение 1950-х гг., иногда не без успеха, конкурировали с электронными (см., например: Апокин, Майстров 1990: 237)

собственные инновации нового принципа производства, потребовали более мощного их распространения мире. Это стало одной из причин стремительности процесса, который называют глобализацией.

**Мощное распространение информатизации.** Если в 1980-е гг. компьютеры (и тем более Интернет) еще не стали господствующими не только в мире, но даже и в передовых странах, то в 1990-х гг. ситуация коренным образом изменилась. Одним из показателей этого в данный период стал бум новых фирм, так называемых доткомов (Гринспен 2009; Самуэльсон, Нордхаус 2009: 32, 126; Кобяков, Хазин 2003; Бреннер 2014: 471–492; Гринин, Коротаев 2009а: 203–206)<sup>23</sup>. Акции этих новых, до того неизвестных фирм взлетели на тысячи процентов. Бум обернулся крахом многих доткомов в начале 2000-х гг. Но это, естественно, не остановило развития ИКТ, а также новых способов и форм связи и копирования (пейджеров, факсов, мобильной связи, новых видов принтеров и копиров). Это и есть признак модернизационной фазы производственной революции – широкое распространение и усовершенствование достижений предшествующей инновационной фазы. С середины 90-х гг. XX в. начался настоящий бум, который ознаменовался широким распространением удобных в обращении компьютеров, средств связи, развитием Интернета, а также формированием макросектора услуг, среди которых важнейшее место стали занимать информационные и финансовые услуги.

**Разные направления и их синтез.** Из более новых направлений, сформировавшихся во второй половине начальной фазы (1960–1970-е гг.), но особенно активно развившихся в 1990–2000-е гг., следует указать новую энергетику (на нетрадиционных источниках: солнечную, ветровую, геотермальную), усовершенствование методов добычи полезных ископаемых (например, разработка морского шельфа), что резко расширило объемы используемых месторождений, переработку топлива (в частности, сжижение природного газа), а также био- и медицинские технологии, робототехнику (подробнее о них см. в третьей части). На основе космических технологий, помимо развития системы связи и коммуникаций, также получили развитие усовершенствования в геологии и метеорологии. При этом важной чертой эпохи, которая совпадает с базовой характеристикой модернизационной фазы, можно считать **усиление синтеза** достижений предшествующих десятилетий: химии искусственных материалов, миниатюризации, космических технологий, оптики, энергосбережения и массы других направлений. Этот синтез привел к качественно новой ситуации. Современный автомобиль является прекрасным образцом такого синтеза, а если он оснащен навигатором, в работе которого используются космические технологии, то синтез становится и вовсе полным.

**Модернизационная фаза, глобализация и выравнивание уровней развития стран мира.** Модернизационная фаза, согласно теории производственных революций, делает новый принцип производства ведущим, широко распространяет его в мире, преобразует в гораздо более обширную систему. Соответственно инновации распространяются массово. В то же время глубина инноваций меньше, чем в предшествующий период. Поскольку для массового распространения инноваций и вовлечения новых регионов в научно-кибернетический принцип про-

<sup>23</sup> От .com. Dot (англ.) – точка, com – соответственно конец адреса компании.

изводства слишком большое различие в уровнях развития становится препятствием, *происходит некоторое выравнивание уровней развития прежде значительно различающихся по экономическим показателям регионов*. Это объясняет более высокие темпы роста периферии по сравнению с ядром Мир-Системы в 1990-е и особенно 2000-е гг., в том числе за счет перемещения из развитых стран в отстающие производств, характерных для предшествующих укладов (подробнее о разнице в темпах роста см. в *Приложении 2*).

Этому предшествовали крупные качественные изменения в сфере обслуживания финансов (перемещение финансов с помощью электронных переводов, электронное обслуживание клиентов, кредитные карты и пр.). Все это привело к так называемой финансовой революции, связанной с возможностью мгновенного перемещения капиталов в любую точку мира и параллельным ростом открытости для этого границ (см. подробнее: Доронин 2003; Михайлов 2000; Рубцов 2000; 2011; Гринин, Коротаев 2009а; 2014; Grinin, Korotayev 2010). А мощный рост объемов и скорости финансовых потоков в мире стал инструментом финансовой и иной глобализации и выравнивания уровней развития<sup>24</sup>.

Выравнивание экономических уровней в мире будет активно продолжаться, захватывая все новые сферы, в течение всей средней фазы кибернетической революции (см. подробнее: *Приложение 2*; см. также: Гринин 2013а; 2014а; Grinin, Korotayev 2015а). Но помимо экономического требуется также политическое и культурное выравнивание уровней. Сближение экономического и политического развития различных регионов и стран мира – весьма сложный и болезненный процесс, без которого, однако, завершающая фаза кибернетической революции будет задержана (либо ее начало отодвинется, либо она затянется по времени). Поэтому предполагая, что она начнется в 2030–2040-х гг., мы исходим из того, что к этому времени произойдут значительные перемены в социально-политическом ландшафте мира.

---

<sup>24</sup> Вспомним, что и в период, когда глобализация только формировалась (в XV–XVII вв., как раз на стыке первого и второго этапов промышленного принципа производства), именно торгово-денежные отношения создали прочные глобальные связи и прообраз капиталистической Мир-Системы.

## **Глава 6. Характеристики кибернетической революции. Проявление ведущих тенденций на разных ее фазах**

### **6.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТРЕНДЫ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

**Характеристики.** Теперь мы можем сформулировать более строго и в системе основные характеристики и тренды кибернетической революции, которые, как мы предполагаем, обретут зрелые формы и широкое распространение на завершающей ее фазе. Дополнительно мы обобщили основные характеристики технологий кибернетической революции (как уже проявивших себя, так и тех, что, как мы предполагаем, проявятся позже). Обе группы характеристик, конечно, в значительной степени перекликаются, но в них есть некоторые моменты, которые дополнительно проясняют сформулированные черты. Далее эти краткие формулировки будут развернуты, к ним будут даны пояснения (как в настоящей главе, так и в третьей части книги).

#### **Важнейшие черты и тренды кибернетической революции**

1. Рост объемов информации и усложнение систем ее анализа (включая способность систем к коммуникации и интерактивности);
2. Постоянное развитие систем управления и самоуправления;
3. Массовое использование искусственных материалов с новыми свойствами;
4. Рост степени управляемости: а) процессами разной природы (включая живое вещество; б) новыми уровнями организации материи (молекулярный, атомный и субатомный);
5. Миниатюризация и микроминиатюризация<sup>1</sup>;
6. Экономия ресурсов, энергии и труда в любой области;
7. Индивидуализация/персонализация (все больший учет особенностей индивида в технологиях и бизнес-стратегии);
8. Использование все более «умных» технологий и тенденция к очеловечению их функционала (использование обычного языка, голоса и т. п.);
9. Использование самоуправляемых систем для контроля над индивидом, его поведением и социальными процессами<sup>2</sup>.

#### **Характеристики технологий кибернетической революции**

1. Преобразование и анализ информации как неотъемлемая часть технологий;

---

<sup>1</sup> То есть постоянное уменьшение размеров деталей, приборов, машин, искусственных органов, имплантатов и т. п. О микроминиатюризации см.: <http://www.igi-global.com/dictionary/microtization/18587>.

<sup>2</sup> В том числе для предотвращения аварий и катастроф, связанных с так называемым человеческим фактором и нарушением инструкций (например, когда система не позволит человеку в состоянии опьянения или болезни садиться за руль, хотя параллельно, конечно, будут развиваться и беспилотные автомобили и другой транспорт).

2. Рост взаимодействия технологических систем с окружающей средой;
3. Тенденция к автономизации и автоматизации управления, рост управляемости и самоуправляемости систем;
4. Рост возможностей технической «памяти» и антиэнтропийности (уменьшения потери информации).
5. Способность материалов и технологий адаптироваться к задачам и условиям («умные» технологии и материалы), а также их способность выбирать оптимальный режим в контексте поставленных целей и задач.
6. Масштабный синтез материалов и характеристик систем разной природы (например, живой и неживой).
7. Объединение в одной системе техники (машин и оборудования) и технологии (знаний о процессе, ноу-хау) в единую технико-технологическую систему<sup>3</sup>.
8. Самоуправляемые системы станут ведущим звеном технологического процесса и использования различных вещей.

Очевидно, что эти черты и характеристики действуют в комплексе, усиливая и поддерживая друг друга. Но, разумеется, в одной технологии или системе никогда не бывает представлен весь спектр характеристик. Он в совокупности составляет ядро системного кластера инноваций новой технологической эпохи.

Ниже мы даем более или менее развернутые пояснения к сформулированным характеристикам. Дополнительно примеры и пояснения будут даваться в следующих параграфах и главах.

#### **Информация, связь с внешней средой, управление и антиэнтропийность.**

Как нетрудно заметить, ряд характеристик теснейшим образом связан с базовыми понятиями кибернетики как науки об информации в управлении сложными системами при взаимодействии последних с внешней средой. Как было сказано в *Главе 5*, уже на начальной фазе кибернетической революции произошел переход к технологиям, в которых работа с информацией играет все более важную (или даже одну из главных) роль. Но, добавим, что такой переход начался еще в XIX – начале XX в., когда появились технологии, передающие информацию в чистом виде (такие как телеграф, телефон, радио, аудиоаппаратура, телевидение). Однако это не была ведущая в смысле создания объемов производства техника. С появлением информации в чистом виде, которая смогла отделиться от своей прежде неразрывной связи с материалом (то есть информации на небумажных носителях, когда появилась возможность запасать и хранить огромные объемы информации), и вместе с мощным развитием ИКТ сектор информационных услуг стал играть исключительно важную роль.

Однако для кибернетической революции в целом речь идет не только о специализированных информационных технологиях, которые выделились в особый сектор уже на ее начальной фазе. Теперь мы видим, как ИКТ становятся почти обязательной частью многих технологий и технических систем, а информационные узлы играют подчиненную роль, будучи призваны обеспечивать весьма разнообразный функционал. *Информация, подобно энергии, становится инте-*

---

<sup>3</sup> В течение индустриальной революции эти элементы существовали отдельно друг от друга: технологии либо были овеществлены на бумаге, либо вовсе существовали в нематериальной форме, в виде фантазий инженеров.

гравльной частью работы любой эксплуатируемой системы. При этом, как и энергия, информация существует в разных видах. Очевидно, что генетическая информация, информация, идущая от мозга в виде электронов, передача информации в компьютерах с помощью электронов, или вербальная информация, представляют существенно разные ее формы. Но технологический процесс идет в направлении, позволяющем трансформировать одни виды информации в другие без потери смысла через ее универсальные промежуточные формы. Можно надеяться, что в процессе завершающей фазы кибернетической революции мы существенно продвинемся на этом пути трансформации (хотя, конечно, и не так, как предполагают последователи Курцвейля, чтобы напрямую подсоединять компьютер к мозгу).

Итак, получение, перевод в более удобные или универсальные формы, анализ, трансформация, дальнейшая передача и использование информации для управления – это функция не только специализированных информационных систем, но и в принципе практически всех технологий научно-кибернетического принципа производства (подобно тому как электротехнологии стали использоваться в абсолютном большинстве современных приборов). Соответственно, в отношении самоуправляемых систем мы ведем речь о роли информации как компонента технологий на всех стадиях процесса, что в целом и позволит использовать системы разной природы в качестве подсистем более сложных самоуправляемых систем.

Отметим, что такой путь развития: сначала создание специализированных технологий, затем их усовершенствование до состояния, когда они могут широко использоваться и в других отраслях, в итоге – превращение тех или иных технологий в универсальные, являющиеся частью более сложных технологий, – очень распространен в истории. Мы предполагаем, что и развитие самоуправляемых систем пойдет таким же паттерном: сначала путем создания специализированных самоуправляемых систем, затем будут созданы универсальные самоуправляемые системы, которые в дальнейшем могут стать узлами для множества систем.

Постоянно растет важность (и технологическая составляющая) связи технологий с внешней средой. Увеличиваются уровень, плотность и сложность обратных связей с окружающей средой. У приборов, машин и т. п. все большую роль играют прежде периферийные устройства<sup>4</sup>. Поскольку информация и реакция на нее являются центральной характеристикой, технологии и вещи становятся «умными» (об этом далее), у них появляется реакция, обратная связь. В итоге растет число и уровня техники, которая обладает «органами чувств» и анализаторами информации. Подобные техника и технология в ходе завершающей фазы кибернетической революции станут ведущей частью производства и жизни. Мы ожидаем, что в дальнейшем возрастут число параметров связей с внешней средой и уровень и виды анализа, которые будут доступны технологиям. Взять, например, роботов. Одно дело – роботы-манипуляторы. Другое – полнофункциональные устройства, способные ориентироваться в пространстве, двигаться и т. п.

---

<sup>4</sup> «Устройства ввода и вывода, игравшие ранее вспомогательную роль, приобретают характеристики важнейших составных частей машины», – писал, например академик В. М. Глушков (1986: 49). Но теперь число и значимость самых разных периферийных устройств значительно возрастают.

При этом растет часть информации, которую можно назвать *управляющей удаленной информацией* (непосредственно удаленные команды и сигналы). Одновременно можно сказать, что вектор развития направлен в сторону создания *антиэнтропийной* техники, в которой потери информации предустановленного порядка сокращаются (это также одна из характеристик экономии, о которой мы еще скажем ниже).

**«Умные» системы и их характеристики.** Сегодня имеется множество так называемых «умных» технологий и вещей, которые соответствующим и иногда достаточно гибким образом реагируют на внешние воздействия. Простым, но наглядным примером могут быть матрас или подушка, которые принимают (или запоминают) форму тела (головы) пользователя. Другой пример – очки-хамелеоны, стекла которых меняют силу солнцезащиты в зависимости от яркости солнечного света. Чем такие вещи отличаются от самоуправляемых систем? В них, как и в автоматических системах типа самостоятельно открывающихся и закрывающихся дверей, включающих и выключающих свет электроприборов и т. п., используются только элементы саморегуляции (или в более сложных вещах – самоуправляемости). «Умные» технологии с элементами саморегуляции имеют довольно ограниченную амплитуду реакций в рамках заданного спектра. Даже в такой системе, как регулятор температуры, который за определенное время запоминает климатические привычки владельца, амплитуда предпочтений не слишком велика.

В то же время в самоуправляемых системах процессы распознавания, запоминания и выбора режима должны происходить в гораздо более широкой амплитуде, часто это будет выбор в рамках неопределенных возможностей. Для самоуправляемых систем число вариаций гораздо больше (точнее говоря, это число не определено), такие системы способны выбирать правильную модель действий в любой комбинации в рамках ее возможностей. Так, если рассматривать навигатор, то число вариантов достижения заданного пункта с учетом того, что после каждого изменения выбранного маршрута появляются модифицированные варианты, велико или потенциально даже не ограничено (чем чаще водитель отклоняется от маршрута, тем больше вариантов). Однако для понимания характеристик самоуправляемости крайне важно, что в любой ситуации навигатор должен вывести водителя в правильный пункт из любой исходной точки. Поэтому степень самоуправляемости здесь можно рассматривать как более высокую, чем у пылесоса, хотя сам прибор не слишком сложен.

Спектр сложности «умных» систем весьма велик. Есть «умные» системы, в определенной мере подходящие под определение самоуправляемых. Так, например, имеется концепт «умного» цветочного горшка, который умеет самостоятельно регулировать влажность, освещенность, поддерживать различные режимы для растений (Innovative... 2015). Робот-пылесос или тем более робот для очистки бассейнов может сам выбирать режим и легко обходить препятствия. Так, для удаления листьев пылесос способен использовать щетку и помпу. Такой робот уже приближается к самоуправляемым системам. Тем более к понятию самоуправляемой системы подходит «умный дом», в рамках которого система будет следить за всеми жизненно важными параметрами внутри жилища и регулировать их в соответствии со вкусами его обитателей.



В этой главе мы еще вернемся к характеристикам «умных» систем и машин, поскольку их разнообразие, развитие и усложнение обеспечивают подготовку перехода к завершающей фазе самоуправляемых систем кибернетической революции. А сейчас поговорим об «умных» системах в связи с такой характеристикой кибернетической революции, как гибкость систем в отношении поставленных перед ними задач.

**Гибкость систем в отношении выбора оптимальных режимов для разнообразных целей и задач, рост «умных» технологий и вещей.** В результате значительного прогресса в технологиях управления, саморегуляции и самоуправления, роста возможностей подбора материалов с заданными свойствами, а также в ответ на такие тренды, как индивидуализация, развилась гибкость систем, то есть способность перенастраиваться под различные требования и задачи. Например, такие технологии, как 3D-печать, в принципе созданы, чтобы производить продукцию по индивидуальным проектам или небольшими сериями, выпускать продукты самого разного назначения – от копий археологических экспонатов, сложных геометрических поверхностей до медицинских протезов (Канесса и др. 2013). Но и в целом масса «умных» технологий настраивается именно под изменение условий (например, уже упомянутые очки-хамелеоны или «умное» наностекло, которое меняет способность пропускать солнечные лучи в зависимости от степени освещенности комнаты и температуры в ней) либо вовсе под индивидуальные требования.

Вот яркий пример создания простой, но нужной биотехнологической системы, который показывает безграничность возможностей использования принципов адаптации материалов. С недавних пор хирурги стали использовать для сшивания ран пластиковую нить, обладающую памятью. Эта нить способна принимать форму узла. В холодном состоянии нить стягивают узлом. Специальные фрагменты, добавленные в молекулярные цепи химическим путем, «запоминают» форму узла. Потом нить распрямляют и нагревают до 40 °С, практически до температуры человеческого тела. Химические метки немедленно реагируют на повышение температуры: в течение двадцати секунд нить сворачивается в узел, принимая прежнюю форму. Таким образом еще до операции хирург подбирает форму узла, которая наилучшим образом подходит для пациента и не вредит прилегающей ткани (Мир нефти б. г.).

В *Главе 9* мы также приводим пример «умной» технологии, созданной 3D-биопринтером: участок трахеи, который обеспечивает ее изменение в течение роста больного ребенка таким образом, чтобы тот развивался нормально.

Таким образом, уже намечается путь все большего выбора индивидуальных стратегий и программ для решения конкретных задач, для особых целей индивидов, для конкретных территорий, сельхозугодий и т. п.

**Тенденция к автономизации и автоматизации управления.** Рост сложности связей с внешней средой выражается и в том, что техника и технология становятся почти неразрывными, очень сложно отделить материальную часть от знаний о процессе, они взаимодействуют друг с другом, что дает возможность для развития функций управления (см. далее). Рост управляемости и самоуправления систем стал ведущим трендом не только в технических, но и в иных системах и материалах. В каждой технологии есть своя управляющая часть (либо элементы, либо подсистемы, либо отдельные системы управления).

Эта управляющая часть становится обязательным посредником между человеком и технологией. Общий тренд ведет к тому, что все больше функций управления автоматизируется. Все чаще эти системы управления пространственно отделяются от объекта управления, то есть становятся как бы автономными. При этом фактически появляются подсистемы внутреннего и внешнего управления. (Самый обычный пример – пульты управления телевизором, сплит-системой и т. п., которые запускают основную систему управления.) *Автоматизация и автономизация управления могут быть рассмотрены как высшая ступень управления.*

Стоит отметить увеличение расстояний, на которых действует управление (управляющие сигналы) благодаря стремительно развивающимся беспроводным технологиям, и его удобство, за счет чего функция управления техникой становится массовой.

Все большая автономизация систем управления, появление в них новых уровней и функций неизбежно приведут к тому, что в ходе кибернетической революции начнут широко использоваться принципы самоуправляемости разного типа систем: технических, биологических, экологических, бионических, биосоциальных и т. п. – путем создания соответствующих технологий регулирования.

**Искусственные материалы, синтез различной природы материалов и характеристик, расширение сфер воздействия.** Выше мы уже говорили о том, что развитие химии в начале кибернетической революции было неразрывно связано с созданием новых материалов с заданными свойствами. В настоящее время наблюдается процесс создания искусственных биологических и биотехнических материалов, а также органов человеческого организма и т. д. Этот процесс в дальнейшем приобретет больший размах. Кроме того, создаются наноматериалы, обладающие совершенно особыми свойствами (см. ниже). Таким образом, важнейший тренд кибернетической революции заключается в том, что количество искусственных материалов будет расти, равно как и области науки, с помощью которых они будут создаваться. Надо отметить, что налицо все большая фундаментальность исходного сырья (так, в химии и биологии исходным сырьем все чаще становится уже модифицированное или искусственно созданное вещество; в нанотехнологиях – молекулы и атомы). Это качественно увеличивает возможности в области синтеза новых материалов.

В настоящее время очевиден выход за пределы работы с техническими системами, в частности в область биологических и природных (живых и неживых) систем, а также обозначился новый тренд – синтез материалов, характеристик и принципов функционирования систем разной природы. Наглядно это видно, например, в применении в медицине искусственных (химических, металлических и биологических) материалов и органов в процессе лечения и адаптации человеческого организма<sup>5</sup>.

Как уже было сказано, налицо качественный рост уровня управляемости процессами разной природы, масштаба и уровня сложности. Отметим переход к управлению процессами на уровне фундаментальных частиц (от молекул к атомам и ниже, к субатомным частицам), движение к наноуровню от микроуровня, а также к работе на клеточном и субклеточном уровнях.

---

<sup>5</sup> Высказываются даже идеи, хотя, возможно, и нереалистичные, о замене телец крови нанороботами.

**Использование самоуправляемых систем для контроля над индивидом и социальными процессами.** Возможно, это направление, поскольку оно связано с личной жизнью людей, является наиболее противоречивым. Оно может нести как много удобств и увеличивать безопасность, так и массу неудобств и проблем, которые вполне ощущаются и сегодня. Персонализация с помощью ИКТ-технологий (см. ниже) уже привела к тому, что с помощью как законных, так и незаконных методов (компьютерных вирусов, программ-шпионов, слежки за индивидом) происходит сбор персональных данных и использование личной информации в коммерческих, идеологических и политических целях. Эти компьютерные программы уже имеют некоторые признаки самоуправляемых систем. Но в будущем использование самоуправляемых систем для контроля над индивидом проявится в гораздо более широком плане, если представить, что вся социальная и физиологическая жизнедеятельность индивида может быть зафиксирована, оцифрована и использоваться в различных целях.

Можно предположить, что наибольшую роль станет играть контроль над человеком для исключения негативного влияния так называемого человеческого фактора в ситуации повышенных рисков<sup>6</sup>. Это может быть всесторонний контроль: в отношении недостаточной сосредоточенности и внимания человека как оператора; в отношении требований соблюдать технологию, недопущения опасности для оборудования; препятствия созданию опасной ситуации для других (в том же автомобиле), а также и в отношении нарушения определенных правил поведения. Конечно, это создает большую угрозу приватности, свободе воли человека, способности кардинально изменить модели поведения. Соответственно этот риск необходимо учитывать и минимизировать<sup>7</sup>. Хотя общее развитие будет идти в направлении максимального исключения (сокращения присутствия) человека из системы контроля, однако ситуации, в которых человеческий фактор может проявляться негативно, всегда будут иметь место (предполагаем, что это будет проявляться в контроле с помощью особых систем за соблюдением определенного режима больными людьми, а также специалистами и служащими, деятельность которых должна находиться под контролем, например полицейскими или врачами)<sup>8</sup>. В том числе такие системы могут быть очень востребованными в отноше-

<sup>6</sup> Например, современная гражданская авиация уже достигла того уровня развития технологий, при котором самым ненадежным звеном системы становится человек. Подтверждением этому может служить статистика причин возникновения авиакатастроф и нештатных ситуаций в авиации (Баженов Б. Г.). Авиакатастрофа аэробуса A320 24 марта 2015 г. в Альпах, в которой был виноват немецкий пилот, имеющий психическое отклонение, весьма показательна в этом плане.

<sup>7</sup> Уже сегодня разрабатываются различные «умные» системы для помощи водителю, например «умная» система безопасного вождения автомобиля, которая анализирует световые потоки и сигналы (<http://itechfuture.com/concept-of-system-that-is-controlled-by-the-drivers-view/>), или «умная» дорога, которая с помощью нанопокрывтия меняет цвет в зависимости от погоды и предупреждает водителей об опасности, например, скользкого полотна (<http://itechfuture.com/concept-smart-highway/#comments>). Есть даже концепции очень сложной саморегулируемой системы «умного» города, которая обеспечит безопасное движение без светофоров, комфорт для жителей, где дороги станут пространством с многофункциональными способностями, определяемыми исходя из потребностей, где будут взаимодействовать «умные» светофоры, знаки, машины и т. д. (<http://itechfuture.com/concept-urban-future/>). Это пока совершенно фантастический проект, но он хорошо иллюстрирует возможности сложных самоуправляемых систем, в данном случае техносциальных.

<sup>8</sup> В качестве курьезного, но весьма показательного примера можно указать попытки разработать своего рода одежду-компьютер, который будет подпитываться энергией тела человека и представлять собой целый информационный комплекс, включающий в себя мобильный телефон, выход в Интернет, видеокамеры, записывающие устройства. Такая «одежда» способна следить за состоянием организма владельца и даже при необходимости позвонить в скорую помощь (Черняк 2006: 472–473).

нии контроля над детьми и недееспособными людьми, а также животными. Здесь, кстати сказать, возможности создания техно-социальных самоуправляемых систем будут очень значимыми.

**Индивидуализация.** Индивидуализация/персонализация превратилась в одну из ведущих производственных и бизнес-стратегий, что во многом связано с экономическим трендом, который опирается на потребление домохозяйств и индивидов (как известно, именно это потребление, по мнению многих экономистов, является важнейшим для роста ВВП). Соответственно, в таких условиях выигрывают те производители и технологии, которые лучше учитывают индивидуальные запросы<sup>9</sup>. Собственно движение к индивидуализации подкрепляется общим вектором информационных технологий, которые все более ведут к тому, чтобы пользователь имел возможность быть уникальным в сети Интернет, чтобы компьютер, телефон или иной гаджет, равно как и его содержание, были сугубо личными. Все более разнообразные технические системы стремятся запомнить потребности, вкусы и пристрастия владельцев. В будущем самоуправляемые системы будут подстраиваться под изменяющиеся условия или поставленные пользователем задачи. Индивидуализация активно проявится в возрастающем спросе на коррекционную медицину и пластику, и в следующих главах мы также расскажем о формах индивидуализации/персонализации в отношении фармакологии и медицины.

Индивидуализация становится одновременно и технологией, и способом идентификации человека через его уникальные биометрические и иные биологические характеристики. В дальнейшем в связи с ростом новых биомедицинских технологий роль индивидуализации в них будет колоссально возрастать, а общее движение пойдет от массового производства вещей к подстройке их к индивидуальному пользованию. Спектр таких услуг может невероятно расширяться. От массовой моды, например, смогут перейти к моде в узкой среде или даже к индивидуальной моде, что будет вполне по силам, к примеру, при создании технологий искусственного модельера и портного с использованием 3D-технологий (это, кстати, один из множества примеров профессий, которые могут измениться или исчезнуть, о чем мы еще будем говорить). Соответственно профессия консультанта станет очень востребованной, но одновременно этот процесс будет развиваться по пути создания технологий, заменяющих консультантов.

**Экономия ресурсов, энергии и труда во всех сферах.** Экономия труда была лейтмотивом предшествующей индустриальной революции. Кибернетическая революция продолжает это направление. Только теперь вместо простого механического труда начинается широкомасштабная экономия сложного и интеллектуального труда, которая охватывает сферу за сферой. ИКТ и «умные» машины совершают массу операций, ранее требовавших огромных умственных усилий миллионов людей – от расчетов и математической обработки данных до сложных финансовых операций, от перевода иностранных слов до дистанционного обучения, от фотографий до дизайна, от взятия анализов до постановки диагно-

<sup>9</sup> В течение 1950–1980-х гг. в СССР создание ЭВМ шло по старой траектории, то есть их рассматривали именно как машины, которые должны использоваться в соответствующих учреждениях или на производстве. В то же время в США траектория информатики уже с 1970-х гг. пошла по другому пути – создания персонального компьютера (как ранее персонального автомобиля), что сразу колоссально расширило рынок и одновременно увеличило мощность новой информационной техники, которую стали использовать десятки миллионов людей вместо десятков тысяч специалистов.

за. Миниатюризация, создание новых материалов и экономных источников питания, прогресс в системах управления, повышенная точность технологии (например, локализация области воздействия с помощью лазерных или нанотехнологий) и многое другое обеспечили общий курс на экономию ресурсов и энергии во многих процессах (чему также значительно способствовал рост цен на сырье и энергию, а также экологическая политика [Вайцеккер и др. 1999]). Стоит напомнить, что необходимость экономить ресурсы, проблема их исчерпания ставилась едва ли не с самого начала кибернетической революции (и даже много раньше). Но в качестве научно обоснованного, широко распространившегося (хотя и слишком пессимистичного, опровергнутого жизнью) моделированного прогноза о такой постановке можно говорить с первых докладов Римскому клубу в начале 1970-х гг. ([см., например: Meadows *et al.* 1972; Mesarović, Pestel 1974; Tinbergen, Dolman 1976; Laszlo 1977; Пестель 1988; см. также: Римский клуб... 1997; Медоуз и др. 1991; 1999]; в настоящее время имеет некоторое распространение концепция устойчивого развития [см., например: Барлыбаев 2007]). В целом в абсолютных цифрах потребление энергии и материалов в мире пока растет. Но в пересчете на отдельную машину или лампочку потребление сокращается довольно заметно. Рост управляемости и самоуправляемости, возможность выбора гибких режимов, работы по индивидуальным программам, перехода к нанотехнологиям и прочему позволит, как мы полагаем, усилить эту тенденцию.

**Миниатюризация и микроминиатюризация.** Миниатюризация, то есть постоянное уменьшение размеров деталей, приборов, машин, искусственных органов и т. п., наблюдается с самого начала кибернетической революции (и была заметна даже до нее). Однако особенно активно она начала развиваться после появления транзисторов. А изобретение интегральных схем стало своего рода рубежом, после которого миниатюризация перешла в микроминиатюризацию<sup>10</sup>. Последняя была также связана с радикальным расширением возможностей управления в микромире, в частности с использованием все новых видов энергии для воздействия на микрочастицы (а также клетки и гены), причем этот уровень может стать базовым в технологиях<sup>11</sup>. Нано- и биотехнологии – быстрорастущие отрасли с большим будущим, которые работают на указанном уровне.

**Движение в сторону возникновения системного кластера инноваций.** Различные направления уже развиваются в сторону создания системного кластера инноваций. В дальнейшем, как это всегда бывает в инновационных фазах производственных революций, эффект такой кластеризации станет колоссальным. Все указанные направления уже тесно связаны, их дальнейшее развитие приведет к тому, что они будут взаимно поддерживать друг друга. Так, например, экономия ресурсов и энергии может осуществляться в результате выбора автономными системами оптимальных режимов в рамках конкретных целей и задач, и наоборот, выбор оптимального режима будет зависеть от уровня потребления энергии и материалов, а также бюджета потребителя. Усиление самоуправляемости систем приводит к тому, что объединяются системы разной при-

<sup>10</sup> О некоторых аспектах обоих направлений см.: Danko *et al.* 1959; Peercy 2000.

<sup>11</sup> Одними из интересных примеров являются так называемая лазерная химия (см. гл. 5) и биохимия (Летохов 1978; Тарасов 1988: 183–187).

роды (например, технические и биологические, социальные и биологические, технические и социальные и т. п.). А создание таких симбиотических систем повышает уровень и масштаб управляемости. Миниатюризация усиливает индивидуализацию и экономию ресурсов, а курс на индивидуализацию и экономию требует еще большей миниатюризации. И такого рода положительные обратные связи можно проследить в большом количестве.

**Секторальные изменения.** В связи с некоторыми из вышеуказанных изменений вероятны крупные изменения в секторальной структуре экономики. Первичными секторами считаются аграрный и добывающей промышленности, вторичным – обрабатывающей промышленности; третичным – сектор услуг; четвертичным – сектор сложных услуг (информационных, образовательных, финансовых и других, ныне важнейший сектор экономики в ряде стран). Уже существует термин «пятеричный сектор» (*quinary sector*), к которому относят предприятия, оказывающие услуги в области здравоохранения, культуры и научных исследований. (В *Приложении 2* мы еще остановимся на истории возникновения секторов экономики.) Таким образом, с началом кибернетической революции 1950-х гг. сектор услуг становится ведущим (по числу занятых, опережая промышленность), далее в этом секторе происходит дифференциация, при этом основной тренд ведет к росту сложных услуг, в том числе медицинских. Обратим внимание, что при этом выделение секторов стимулирует появление для них новых технологий, связанных с обработкой информации и частичным регулированием (оптимизацией) этой деятельности. Вместе с ростом сектора услуг и его дифференциацией происходит и рост значимости потребителей, для которых также создается огромное число различных приборов, машин (систем), услуг, где реализуются новые черты производства.

Постоянное развитие систем управления, саморегуляции и самоуправления дает нам основание предположить, что в будущем может сформироваться сектор управляющих услуг<sup>12</sup>. Должен появиться, по сути, новый уровень производства, который станет в некотором смысле ведущим, – это контрольно-регулирующие и управляющие системы (управляющие другими системами или процессами или самоуправляемые). Как над добывающей промышленностью «наросла» обрабатывающая, а над ней уже машиностроительная, так и здесь появится новый огромный сектор экономики – *управляющих услуг*.

Вместе с ростом всевозможных услуг одновременно развивается противоположный тренд депрофессионализации многих видов услуг, в результате развития техники они становятся доступными для любителей и просто для каждого. Поскольку труд профессионалов очень дорог, здесь происходит и его экономия. Этот процесс напоминает перевод цехового (профессионального) ремесла в домашнее и мануфактурное. Напомним, этот процесс означал, что ремеслом, для занятий которым ранее требовались долгая регламентация и специальные экзамены, начинают заниматься непрофессионалы. Соответственно объемы производства резко возрастают, а цены снижаются (но и качество может ухудшаться). В ре-

<sup>12</sup> Возможно, что появятся в большом количестве фирмы, которые будут с помощью новейших управляющих и самоуправляющих технологий «подгонять» управление таких систем, как дома, под особенности хозяев (подобно тому как дизайнер «подгоняет» интерьер), а также брать на себя значительные функции управления (уже сегодня есть примеры различного рода «умных» управляющих систем в фирме: диспетчер, управление персоналом и т. п.).

зультате увеличения объемов подготовка и доставка сырья и механизмов для такой домашней переработки начинают составлять достаточно большой сектор.

Индивидуализация вкупе с появлением соответствующей техники, нужного объема информационных библиотек и технологий, уже запустили, а в ходе завершающей фазы кибернетической революции сделают абсолютно массовым процесс, благодаря которому производство услуг и вещей в значительной мере перейдет от крупных предприятий к мелким и к домашнему производству<sup>13</sup>. Уже сейчас имеется, например, несколько сотен тысяч (а скоро будут миллионы) доступных для скачивания 3D-моделей. Соответственно растет число людей, которые могут делать множество вещей (а в скором времени еще больше) в собственных мастерских, на своем 3D-принтере. Как пишут редакторы книги о таких принтерах, возможно, мы на пороге нового информационного неравенства между теми, кто хочет и может делать на них все, что им нравится, и теми, кто не может этого делать (Канесса и др. 2013: 33). Огромное число услуг, включая весьма дорогостоящие, таким образом, перейдет в руки индивидов, что серьезно трансформирует количество и компетенции многих профессий, а ряд секторов экономики сосредоточится на обеспечении людей средствами для домашнего производства и сектора услуг в виде все более «умных» вещей и самоуправляемых систем.

## **6.2. НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ НА ЕЕ НАЧАЛЬНОЙ И МОДЕРНИЗАЦИОННОЙ ФАЗАХ**

К настоящему моменту создано не только огромное количество автономно действующих «умных» устройств, но также множество саморегулируемых и самоуправляемых систем в технике и производстве – от разнообразных охранных систем до регулирования сложнейших процессов на АЭС или космической станции. Но путь к созданию таких совершенных систем обычно был довольно долгим. В этом параграфе мы покажем на некоторых примерах, каким образом такие характеристики кибернетической революции, как самоуправляемость, миниатюризация, экономия ресурсов, индивидуализация и др., проявлялись накануне кибернетической революции, в ее ранних фазах, и как они реализуются в настоящем времени. Но все это показано штрихами, мы не стремились дать здесь систематическое и подробное изложение процессов.

**Самоуправляемость.** В работе автономных, саморегулируемых и самоуправляемых систем в течение XX в. (и особенно второй его половины) стали объединяться важнейшие достижения науки и техники [Шейпак 2009: 101]: различные системы автоматизации (реле, переключатели и т. п.), контроль за подачей и регулированием мощности сигналов и энергии (принципы транзисторов и т. п.), использование фотоэффекта, радио- и других сигналов, компьютерные программы, телекамеры и прочие способы контроля на расстоянии, обнаружение объектов и определение их параметров (световые, лазерные, ультразвуковые и инфракрасные контроллеры и т. п.) и ряд других.

---

<sup>13</sup> Вероятно, эти многочисленные производства и мастерские будут объединены в разнообразные сети и структуры.

Еще в начале XX в. были использованы некоторые формы связей, которые напоминали поведение животных. В частности, заслуживала внимания способность кибернетических устройств «по свистку» (то есть под воздействием звука) находить источник его возникновения. Уже во время Первой мировой войны немцы применяли против кораблей английского военного флота звуковую торпеду, действовавшую по этому принципу. В торпеду были вмонтированы два микрофона, с помощью которых плавучий снаряд, ориентируясь по гулу винтов, преследовал судно и таким образом всегда настигал его с кормы. В технике широко используется также и «фототропизм» искусственных животных, то есть их способность двигаться на источник света. В частности, это явление применяется в метеорологических ракетах, которые направляют в сторону Солнца (Черняк 2006: 445).

Постепенно функционал умных вещей и устройств, включая различные бытовые приборы, возрастал<sup>14</sup>. Целые технологии сегодня могут уместиться в автоматизированных новейших комплексах, где деятельности человека требуется все меньше и меньше. Так, можно шаг за шагом рассмотреть процесс автоматизации в полиграфии, где она стала внедряться довольно рано. В итоге сегодня распространены технологии, которые изготавливают книги от начала до конца в любом количестве, начиная с 1 экземпляра (так называемое изготовление по требованию, *print-in-demand*).

Важным было создание машин автономного действия, к которым относятся и роботы. Быстрое совершенствование машин автономного действия определило характерные особенности трех последовательных поколений данных машин. К первому поколению принадлежали роботы, которые были снабжены циклической системой, ко второму – роботы с рефлексным принципом управления, к третьему – роботы с адаптивной системой управления, основанной на принципах самоорганизации и самоусовершенствования. Создание третьего поколения роботов выдвинуло необходимость введения в систему управления элементов искусственного интеллекта, для чего потребовались и «органы чувств». Были созданы устройства с элементами машинного зрения. Они могли находить некоторые объекты, а также собирать определенные простейшие механизмы. Таким образом, в промышленных роботах объединены две тенденции: с одной стороны, рост их экономичности, с другой – автономности (Там же: 436, 434; подробнее историю робототехники см. в *Главе II*).

Развитие «органов чувств» имеет немалую историю, так же как и способы передачи информации с помощью техники и для контроля над техникой. По мере того как создавался арсенал приборов, которые могли быть использованы в качестве «органов чувств» сложных систем (то есть с их помощью можно было получать и передавать информацию от окружающей среды), возникла возможность их объединять. У создания таких приборов длительная история. Так, оптические приборы («глаза») создавались и совершенствовались в течение столетий, их специализация и возможности все возрастали (телескоп, микроскоп, пе-

<sup>14</sup> Обычный холодильник, который появился в 1920-е гг., может быть примером того, как число функций, которые он может выполнять самостоятельно (например, разморозку, выбор температурного режима, яркости освещения и т. п.), а также функций контроля за безопасностью работы (например, сигнал о незакрытой двери), растет. Другой пример – обычный лифт. Изобретенный давно, постепенно он приобретал все больше функций, приближаясь к полной автоматизации. Автоматы по продаже различной продукции постоянно увеличивают свои функции и возможности.



рископ, фотообъектив, телеэкран и т. п.). Фотография имеет исключительно интересную историю, насчитывающую уже два века. Фотография, далее кино и телекамеры стали зрением и памятью техники. Память значительно расширилась за счет звукозаписывающих устройств, объединившихся с кино- и телекамерами. Особого рода «ушами» выступают приборы типа эхолота, способные определять расстояние до препятствия, чтобы изменить скорость или параметры движения. То же касается и приборов, улавливающих различные волны (как в плане чистой информации, связанной со звуками и шумами – «уши», так и температурной – например, инфракрасные лучи и «осознание»). Это микрофоны, телефоны, радары, радиоприемники и т. п. Наконец, созданы и анализаторы, способные улавливать «запахи», то есть «обоняние» (вероятно, недалеко и до создания «органа вкуса», что будет вполне реально при роботизации поварского дела, о чем уже было сказано выше). Создание таких «органов чувств» позволило объединять их путем управления через особый интеллектуальный орган, «нервную систему» или «мозг» технического устройства или автоматизированной системы.

Это был путь восприятия, так сказать, чистой природной информации подобно той, которую получают живые организмы через свои органы чувств (в том числе и такие, которые недоступны человеку, имеется в виду эхолокация, восприятие инфракрасных и ультразвуковых сигналов). Он мог быть возможен только в тесной связи с наукой, научными открытиями, которые позволяли разложить внешне очень разнообразную информацию таким образом, чтобы найти ее общие основы (например, в виде теории волн).

Другой путь, также возникший достаточно давно, – это способ передачи закодированной, «символьной» информации, в ряде случаев более «понятной» технике. Таким, например, был телеграфный код Морзе. История вычислительных машин сейчас достаточно хорошо известна, и мы не станем повторять ее, но в ней было много попыток создать особый язык. Во всяком случае, двоичный код был создан задолго до изобретения компьютера (возможно, история его создания начинается с Г. Лейбница, который, кстати, даже составил на этой базе проект счетной машины). Так или иначе, здесь технология основывалась на математике. Первым механизмом, имевшим «программное управление» с помощью перфокарт, был ткацкий станок французского изобретателя Ж. М. Жаккарда. Двоичным кодом была набрана перфокарта (есть отверстие – нет отверстия), благодаря чему можно было выткать рисунок. Количество перфокарт было большим<sup>15</sup>. Этот станок вообще являлся одним из самых оригинальных изобретений: он был, по сути, автоматом, намного сложнее прялки «Дженни» (но его роль в истории механизации оказалась менее значительной)<sup>16</sup>. Одним из пионеров создания автоматических счетных машин с использованием перфокарт был англичанин Чарльз Бэббидж, без рассказа о котором теперь не обходится ни одна история вычислительных машин. Но в итоге первый прорыв к вычислительным машинам, то есть к началу кибернетической революции, произошел в этом

<sup>15</sup> Поскольку для создания даже небольшого узора требовалось около 100 и более точных нитей и еще большее количество нитей основы, создавалось огромное количество перфорированных карт, которые связывались в единую ленту. Прокручиваясь, она могла занимать два этажа. Одной перфокарте соответствовал один прокид челнока. Переходя к новому рисунку, оператор просто заменял одну колоду перфокарт другой.

<sup>16</sup> История создания станка связана с большими потребностями наполеоновской армии. Французский изобретатель Жозеф Мари Жаккард, сын лионского ткача, решил автоматизировать работу ткацкого станка. Он построил станок, который даже был отмечен медалью Парижской выставки. Вскоре только во Франции работало более десяти тысяч таких станков. В процессе индустриальной революции станок Жаккарда не сыграл достойной его сложности роли. Но зато сегодня Жаккарда всегда указывают как одного из предшественников, способствующих наступлению информационного века и информационных технологий (см.: Essinger 2004).

направлении. Однако он был бы немыслим без вековых достижений полиграфической техники, так как результаты нужно было напечатать. А дальнейшее развитие информационных самоуправляемых технологий шло по пути объединения указанных двух и некоторых иных направлений (в частности, новейшей технологии копирования), что и создало современную информационную систему, которая обладает многими элементами и полным комплектом самоуправляемости.

Тенденцию возрастающего функционала техники к самоуправляемости мы можем видеть не только в производстве, но и в обращении, сфере услуг, где перешли к автономным платежам в финансовой сфере, в которой постоянно растет масштаб различных платежных систем. Огромное количество самонастраиваемых и самообучающихся систем создано в копировании и передаче сигнала (от автоответчика, факса, автоматического печатания фотографий до АТС и т. д.).

*Рост масштабов управляемости.* Мы видим не только постоянное усовершенствование управляемых и самоуправляемых систем, но и движение к созданию все более сложных систем, а также их комплексов. Высокого уровня достигло управление информационными системами на уровне крупных серверов, действующих в национальном и интернациональном масштабах. Как уже было сказано, на начальной и средней фазах кибернетической революции произошел переход в возможностях управления технологическими системами на уровне предприятий, группы связанных предприятий и даже выше, в некоторых отраслях – до национального и международного уровня. Таковы, например, единые энергосистемы (в том числе в Евросоюзе) или общенациональные системы связи (через космос). Процесс укрупнения идет даже в робототехнике, где уже можно одновременно управлять целыми линиями роботов.

*Применение самоуправляемых систем в особых областях деятельности.* Особенно наглядно переход к самоуправляемым системам происходил в тех сферах деятельности, где было сложно, опасно или очень дорого использовать труд людей. В частности, первые манипуляторы (прообразы роботов) были созданы для работы на атомных объектах в 1940-е гг. Наука, как мы отмечали, была одной из первых областей, где создание управляемых и самоуправляемых систем стало ведущим направлением. В самом деле, возьмите наблюдение за космическими объектами. С появлением фотографии, развитием оптики, автоматизацией изменения угла обзора телескопа, появлением вычислительных машин и т. п. удалось передать не только основную часть очень тяжелой работы по наблюдению за звездами и другими объектами приборам и машинам, но и автоматизировать саму обработку данных. То же самое можно сказать и о микроскопах. Современные системы компьютерной диагностики – также яркий пример роста управляемости систем. Другими областями мощного развития самоуправляемых систем являются высокотехнологичная военная деятельность, космос, освоение высот, глубин, опасные производства, спасательные работы. Военная область и космонавтика позволяют увидеть внедрение и совершенствование подобных систем. Самонаводящиеся ракеты с отделяющимися боеголовками, которые самостоятельно находят цель и могут уклоняться от ракет противника – поразительный по совершенству (хотя и ужасный по назначению) пример. Беспилотные самолеты – другой прекрасный образец, равно как и работа космиче-

ских спутников, которые не только сами по себе сложные самоуправляемые системы, но также являются интегральным звеном многих других самоуправляемых систем, например навигационных, доступных сегодня любому человеку. Мы также наблюдаем использование роботов и других самоуправляемых систем при полетах в космос и исследовании космических объектов.

*Качественный рост типов самоуправляемости систем.* Как уже было сказано, сегодня есть немало самоуправляемых техносоциальных систем. Наглядными примерами являются системы слежения за нарушением правил дорожного движения с помощью видеокамер, откуда сигнал поступает на компьютеры, печатающие квитанции о штрафе для нарушителей; системы слежения за порядком в общественных местах и др., интерактивное обучение.

В настоящее время очень активно развиваются ИТ-технологии менеджмента и администрирования, сокращающие затраты фирм на административный и контрольный аппарат. А в будущем там, где сегодня управление и регулирование поведения людей в различных ситуациях осуществляется обычным путем (с помощью организации людей и контроля администрированием, полицией, наблюдателей и т. п.), будут созданы разнообразные самоуправляющиеся системы, обеспечивающие автономный контроль. С учетом, например, тенденции все большего освобождения водителя от его функций вполне возможны полуавтономные или автономные системы регулирования движения в городе и даже в большем масштабе, а модели самоуправляемого автомобиля в последнее время стали появляться в большом количестве (см. об этом также в следующей главе). Также, собственно, как и вождения каких-то видов транспорта (не забудем также, что управляемый беспилотный самолет давно создан, испытывались также и поезда без машинистов). Вполне вероятен постоянный мониторинг состояния организма с рекомендациями, как поступать в случае отклонений от нормы (см. Главу 8), и т. п.

*Социально-экономические системы.* Постепенно и незаметно стали возникать социально-производственные системы, которые экономят труд администраторов. Взяв, скажем, систему контроля рабочего времени, которая сегодня может самостоятельно контролировать посещение, опоздания, общее рабочее время и определять начисление зарплаты и вычеты из нее. Системы продажи и регистрации билетов с накоплением баллов и миль также могут служить прообразом различных социальных систем.

В сравнительно недавний период ярким примером развития самоуправляемых коммерческих систем стали компьютерные торговые системы, с помощью которых все больше игроков и финансовых компаний осуществляют торги на бирже. Электронная торговля стала распространяться с 1980-х гг. (но получила широкое распространение позже), а вместе с ней стала развиваться и компьютерная (или алгоритмическая) торговля. При этом на фирмах трудятся десятки специалистов, разрабатывающих торговые программы. Последние устроены так, что они способны отслеживать очень незначительные, порой даже микроскопические, колебания курсов и стоимостей и осуществлять огромное количество малоприбыльных операций за короткое время (недаром оно учитывается в миллисекундах), что в итоге дает высокие прибыли. Налицо значительная конкуренция этих систем, порой побеждает не искусство биржевого маклера, а мощная

техника, поскольку она более быстродействующая (то есть проделывает больше операций, чем способен конкурент с менее быстрыми компьютерами). О росте алгоритмической торговли свидетельствует тот факт, что в 2011–2012 гг. на нее приходился 51 % оборота на биржах и электронных площадках США против 35 % в 2007 г., в Европе – около трети, в России – 15 % акций. А по количеству заявок ситуация и вовсе необычная: компьютерные роботы осуществляют до 90 % всех заявок (Оверченко 2012). Необходимо учитывать, что по сравнению с обычной системой при такой торговле совершается на порядок больше покупок и продаж. В то же время из-за сбоев в программах иногда происходят масштабные и дорогостоящие провалы, оцениваемые в сотни миллионов долларов. Считается, что знаменитый биржевой крах 1987 г. был связан с первым сбоем такого рода. Что характерно, даже при сбое программа действует самостоятельно, отключить или изменить ее невозможно. Поэтому значительное число участников рынка скептически и с недоверием относятся к такого рода системам. Но путем дополнительного регулирования биржевых правил и усовершенствования программ подобная система постепенно становится более безопасной. В то же время она позволяет вовлекать в торговлю дополнительные ресурсы (денежные и людские) и расширять географию участия, формирует единую систему торгов на множестве площадок, становится инструментом уменьшения монополизма некоторых финансовых центров, что в дальнейшем может значительно повлиять на географию последних. Вероятно, все же будущее бирж именно за такой торговлей. В этом случае облик биржевого игрока будет существенно изменяться (а их число сократится). Этот пример показывает, что внедрение самоуправляемых систем – не фантазия, а реальность. Как было сказано одним футурологом, будущее уже началось (Стерлинг 2005).

Мы указывали на контроль над человеком как направление развития самоуправляемости. В отношении нарушения определенных правил поведения, которое может быть опасным или вызывать беспокойство у окружающих, это станет важным моментом в направлении развития социальных систем. Уже сегодня, например, детекторы дыма в туалете самолета, которые при его обнаружении начинают требовать от нарушителя прекратить свои действия, способны показать, в каком направлении это может развиваться. Мы верим, что завершающая фаза кибернетической революции резко увеличит количество и типологию таких саморегулируемых систем, включая биологические, экологические, некоторые социальные, а также комплексные (биотехнологические, техносочетные и др.), изменит масштабы, в рамках которых можно будет поддерживать самоуправляемость.

**Индивидуализация/персонализация** наиболее отчетливо стала проявляться, пожалуй, с момента создания персональных компьютеров и соответственно программ для них, которые стали учитывать потребности индивидов. С самого начала это направление оказалось весьма востребованным. Так, в 1981 г. в первый же месяц продаж «персоналок» IBM реализовала их 250 тысяч (огромная цифра с учетом высокой цены). Индивидуализация развивалась вместе с миниатюризацией и созданием персональных и простых в управлении приборов (фотоаппарата, телекамеры, пейджера, телефона и т. п.). Особенно эта тенденция усилилась с развитием Интернета. Индивидуализируется и подбор товаров, например в интернет-магазине, где с помощью программных средств для каждо-

го покупателя на основе полученных при обработке данных его личных характеристик рекомендуется тот или иной товар персонально.

С учетом того, что в предшествующие несколько десятков лет преобладало массовое производство (оно доминирует и сегодня), индивидуализация – это характеристика, которая появилась не сразу<sup>17</sup>; следовательно, она – порождение кибернетической революции. Постепенно создание вещей для индивидуального пользования стало приобретать личностные характеристики (особенно с помощью программирования), но этот процесс пока еще находится на ранней стадии, и он будет развиваться существенно позднее. В будущем индивидуализация приобретет огромный размах, в том числе в создании товаров на заказ или самостоятельно с помощью специального персонального оборудования, создания персональных программ развития, обучения, контроля над здоровьем и персональными лекарствами, а также индивидуальных рекомендаций для семьи, дома, участка. Следует отметить, что индивидуализация/персонализация программ неизбежно потребует управляемых систем по их созданию (иначе никаких программистов не хватит).

**Миниатюризация** совершила колоссальный прорыв в самых разных отраслях, в результате механизация, электрификация и прочие направления индустриализации охватили все возможные сферы жизни. Но наиболее ярко миниатюризация просматривается в области электронных устройств и прочих приборов. Первый компьютер «Марк-1» был настоящим монстром – целым предприятием. Он был собран в корпусе из нержавеющей стали и стекла, имел длину около 17 метров, высоту – более 2,5 метров, вес – около 4,5 тонн, занимал площадь в несколько десятков квадратных метров. «Марк-1» имел электромеханические переключатели, реле и прочие детали в количестве 765 тысяч штук. В первом электронном компьютере, также огромном по размерам, имелось безумное количество электронных ламп. Трудно было предположить, что относительно скоро произойдет радикальное уменьшение его размеров. Прогнозы были следующими. «В будущем компьютеры будут весить не более чем 1,5 тонны», – предполагал *Popular Mechanics* в 1949 г. «Ни у кого не может возникнуть необходимости иметь компьютер в своем доме», – считал Кен Олсон, основатель и президент корпорации Digital Equipment Corp. И действительно, в 1950–1970-е гг. это были реальные машины – ЭВМ. Однако развитие происходило очень быстро. В 1947 г. появляется транзистор Бардина, Берттейна и Шокли, который ознаменовал открытие новой эры в области компьютерных технологий. Именно эти маленькие детали стали основой для дальнейшего развития ЭВМ. В 1956 г. все трое первооткрывателей были удостоены Нобелевской премии. Через 10–15 лет вошли в строй ЭВМ второго поколения, полностью основанные на транзисторах. Результатом стало значительное уменьшение габаритов вычислительной машины. Компьютеры третьего поколения были основаны на интегральных микросхемах. В 1964 г. фирма IBM приступила к производству модели IBM-360, быстро вытеснившей конкурентов и ставшей наиболее популярной. Далее, в 1970-е гг., появились компьютеры четвертого поколения, основанные на больших интеграль-

<sup>17</sup> Точнее, изготовление товара на заказ при господстве массового производства было признаком богатства и социального статуса, но теперь индивидуализация возвращается уже как типичная характеристика товара.

ных схемах. Стремительное развитие электроники позволило разместить на одном кристалле тысячи полупроводников. Такая миниатюризация привела к появлению относительно недорогих и небольших компьютеров. Через 10–15 лет в массовое производство вошли персональные компьютеры, затем ноутбуки, вес которых со временем также заметно уменьшился, наконец, современные гаджеты, которые стали размером с журнал, книгу или карманный телефон.

**Экономия энергии, материалов и труда**<sup>18</sup>. Экономия энергии не была в числе наиважнейших направлений промышленной революции, хотя повышение КПД двигателей всегда интересовало ученых. В первые десятилетия кибернетической революции экономия энергии также не была приоритетной. Однако резкое повышение цен на энергоносители в 1970-е гг. существенно изменило вектор поиска инноваций, в частности в сторону альтернативных источников энергии (об экономии энергии см., например: Вайцзеккер и др. 1999). Менее заметна в настоящее время экономия природных ресурсов. В настоящее время добываются огромные объемы полезных ископаемых. Но и в этом направлении в плане сохранения природных ресурсов сделано уже немало. Возможно, в последующем экономия ресурсов станет качественно иной. Особенное внимание будет уделяться локализации воздействия за счет создания самонастраиваемых систем и использования новых материалов (в том числе наноматериалов). В рамках анализа экономии также следует указать на рост числа предприятий, которые занимаются утилизацией отходов, а также на развитие логистики, а равно на программы, позволяющие выбрать наиболее экономичный маршрут или проект.

**Получение заданных, прежде неизвестных свойств материалов и различных систем** особенно проявилось в химии искусственных материалов, о чем уже шла речь в *Главе 5*. Таких материалов создано многие тысячи видов. И появляются все новые, порой с такими полезными свойствами, что это сулит огромный простор для их применения (как, например водоотталкивающее стекло).

Глаз мотылька и лист лотоса стали прообразами для изобретения американскими химиками противобликового, водоотталкивающего (то есть супергидрофобного) стеклянного покрытия, сообщает [geektimes.ru](http://geektimes.ru). Такое стекло никогда не запотеет и остается кристально ясным даже в туман. А попадающая на него и отлетающая влага забирает с собой все соринки и пылинки. Открытие имеет потенциал для огромного числа применений: окна, солнечные панели, сенсоры, оружейные системы, очки, объективы и многие другие продукты (Изобретено... б. г.).

В последние десятилетия появились генетически модифицированные организмы (ГМО), наноматериалы, искусственные биологические ткани, органы и другое, о чем будет сказано в главах третьей части книги.

---

<sup>18</sup> Технологии, направленные на снижение энергопотребления, продолжают совершенствоваться. Имеют перспективы разные устройства на основе солнечных батарей. Солнечная энергия будет применяться очень активно в будущем, прежде всего в качестве запасного источника, а во многих устройствах даже в виде основной. Большинство устройств будет иметь возможность заряжаться от солнечной энергии: телефоны на солнечных батареях, компьютеры, автомобили (Concept of... 2015), лодки на солнечных батареях (Concept Solar...2015).

### 6.3. УПРАВЛЯЕМОСТЬ И САМОУПРАВЛЯЕМОСТЬ СИСТЕМ

Завершающую фазу кибернетической революции, которая начнется в 2030–2040-х гг., как уже было сказано, можно назвать **эпохой самоуправляемых систем**. Создание и применение **самоуправляемых систем** станет ведущим трендом (подобно тому как в XIX в. применение машин, широко используемых уже несколько веков до этого, стало ведущим направлением). Мало того, в конечном счете одни такие системы будут создавать, комбинировать и модифицировать многие другие.

В результате завершения кибернетической революции в целом на порядок возрастет возможность планировать и без непосредственного вмешательства человека влиять на развитие, а также управлять самыми разными природными, социальными, производственными и многими другими процессами, управление которыми в настоящий момент невозможно. А по завершении этой революции, то есть на четвертом и пятом этапах научно-кибернетического принципа производства, общее движение будет направлено на тотальное управление критически важными для человечества процессами.

Учитывая исключительную важность понятия самоуправляемых систем и самоуправляемости, мы решили посвятить настоящий параграф анализу их содержания.

**Характеристики самоуправляемых систем. О различиях саморегулируемых и самоуправляемых систем.** Итак, когда мы говорим о самоуправляемых системах, то имеем в виду такие технологии, которые позволяют эксплуатируемым системам разной природы: 1) работать основную часть времени без постоянного участия и контроля человека; 2) иметь возможность самостоятельно и гибко реагировать на изменения окружающей среды и поставленных задач, самостоятельно регулироваться и перенастраиваться; 3) контролировать пользователя, требуя соблюдения установленных правил и параметров.

Однако на практике очень непросто провести границу между системами с разным уровнем сложности самоуправляемости, даже между обычными «умными» и самоуправляемыми системами. Следует учитывать, что только когда самоуправляемые системы достигнут своей зрелой сложности, их черты проявятся наиболее ярко. Сейчас же в переходную эпоху между системами, которыми людям еще надо управлять (хотя и далеко не во всех их функциях), и системами, которые будут полностью самоуправляемыми, это различие еще нечетко. Вспомним, как сложно провести черту между примитивными машинами и механизмами (см. *Главу 4*). Кроме того, многие современные системы, которые приблизились к самоуправляемым, пока еще требуют участия человека (как, например, беспилотники, за которыми на большом расстоянии следит диспетчер; подробнее о них см. в *Главе 11*). То есть все более высокая степень управляемости систем постепенно переходит в самоуправляемость. Но из-за того, что еще не сделаны какие-то важные инновации, полного перехода не происходит. Здесь напрашивается аналогия с механизацией и автоматизацией. Механизация может иметь частично автоматизированные процессы, количество которых непрерывно растет, но все же не может полностью стать автоматизированной работой до тех пор, пока не накопится нужное количество инноваций.

Итак, необходимо дать определенные и важные в контексте нашего исследования терминологические пояснения и дополнительные примеры.

Прежде всего отметим, что даже термины «регуляция» и «саморегуляция» («саморегулирование»), а также «саморегулируемые системы», к сожалению, не имеют устойчивого употребления в кибернетике, употребляются разными авторами с существенными различиями. Диаметрально по-разному трактуется иногда соотношение между регулированием и управлением. Понятие же «самоуправляемые системы» – в отношении технических систем – вообще отсутствует в кибернетике, это понятие в указанном смысле введено нами<sup>19</sup>.

Хотя регулирование и управление можно употреблять в ряде случаев как синонимы, однако управление, по нашему мнению, включает в себя не только регулирование, то есть поддержание определенного режима и состояния в динамике, но и изменение режимов, осмысленный выход в другое состояние в связи с определенной ситуацией.

Саморегулирование и самоуправление могут осуществляться только в сложных системах (какими являются биологические организмы и некоторые технические системы, хотя последние в плане сложности пока существенно отстают в этом плане). В простых технических или иных используемых человеком системах могут быть элементы саморегуляции или самоуправления (это так называемые «умные» системы и материалы, о которых уже говорилось).

Термины «саморегулируемая» и «самоуправляемая система» также могут употребляться как синонимы, так как вторая обязательно включает в себя параметры первой. Но вторая система более сложная, способная к большим модификациям для достижения поставленных целей. Таким образом, между этими понятиями нет стены, различия заключаются в сложности и гибкости реагирования на изменения, и, как показано ниже, в направленности (цели) этих изменений.

Саморегулирование – это поддержание системы в динамическом режиме в определенных параметрах, несмотря на изменения внешней среды. Саморегулируемая система – это система, которая может поддерживать параметры, необходимые для существования и решения задач, несмотря на изменяющиеся условия внешней среды за счет изменения параметров функционирования своих элементов и смены режимов функционирования.

Самоуправляемая система выполняет функции, либо поддерживая определенные параметры, либо изменяя их в зависимости того, что требуется для решения избранных задач (иногда даже при возможности изменяя и окружающую среду). Например, если температура внутри заданного пространства или системы должна быть постоянной, то в зависимости от изменения температуры окружающей среды система может вырабатывать больше или меньше энергии. Это *саморегулируемая* система. Однако если система способна не просто поддерживать температуру, но выбирать наиболее оптимальный режим с точки зрения экономии энергии, то это уже другое дело. Например, в отсутствие людей в доме температура в рамках действия автономной системы существенно понижается,

<sup>19</sup> Но понятие управляемой системы (a control system) в отношении технических систем, близких к тому, что мы называем самоуправляемой системой, а также некий гибридный термин «саморегулируемое управление» (self-regulatory control) встречается, например, у С. Бира (Beer 1994: 447; 284). Однако эта терминология эпизодическая, неразработанная. В современной IT-терминологии встречается также термин, близкий к самоуправляемой программе (introspective program), то есть самоанализирующая программа.



в случае болезни человека – повышается; в комнатах, где люди проводят больше времени, она выше, где меньше – ниже; также меняется в зависимости от занятий и от того, насколько они одеты и т. п. Это уже соответствует примерно пятому уровню самоуправляемой системы по нашей классификации (см. ниже). Робот, который выполняет относительно простые действия, например управляется с деталями согласно своей программе, еще не самоуправляемая система в полном смысле (уровень два по нашей классификации); но робот, который способен изменять свое движение в зависимости от преград на его пути, уже ближе к такой системе. А устройство, способное перенастраивать собственные параметры для выполнения новых задач, – это уже самоуправляемая система высокого уровня. Но, повторим, жесткой границы между саморегулируемой и самоуправляемой системами нет, поэтому саморегулируемые системы фактически можно считать самоуправляемыми низких ступеней сложности. В этом аспекте описанную выше саморегулируемую систему, которая контролирует температурный режим (климат-контроль), можно рассматривать как самоуправляемую систему второй степени (см. классификацию ниже).

Различие между саморегулированием и самоуправлением также можно рассматривать через призму того, какие функции выполняет система. Здесь удобно сравнить биологические и технические системы. В отношении живых существ самосохранение есть высшая функция, при этом самосохранение чаще всего требует именно саморегуляции (хотя иногда требует и самопожертвования, и изменения). Основная деятельность живых существ – обеспечить себя энергией и поддержать жизненные функции, а также бороться со всем, что этому мешает (от температурных изменений до паразитов и болезней). Но для технологических систем ведущая функция не самосохранение (хотя это, конечно, важно), но выполнение поставленных задач. Условно говоря, технологическая система – это солдат, сохранение здоровья и даже жизни которого важно только до определенного момента, а приоритетна выполняемая задача. Поэтому режимы, состояния, поведения самоуправляемой системы должны меняться в зависимости от вложенных в нее или заданных ей функций.

**Характеристики и классификация самоуправляемых систем.** Итак, самоуправляемая система – это система, главная задача которой не просто поддерживать определенные параметры для сохранения способности работать, но выбирать параметры для решения задач. При этом осуществляется выбор среди целого ряда параметров, согласно их иерархии и состоянию окружающей среды, и принимается решение. *Способность принимать решения, выбирая из целого спектра возможных, является важнейшей характеристикой самоуправляемых систем. Другими характеристиками могут быть: способность к самообучению; наличие не жестких, а гибких программ, которые сами способны изменяться под воздействием изменения среды или задач.* Вероятно, степень свободы и величина спектра выбора возможных действий в процессе принятия решения, а также степень самообучаемости и модификации программ будут определять уровень сложности самоуправляемых систем. Самоуправляемые технические и биотехнические системы, подобно биологическим, имеют управляющую подсистему (своего рода мозг), периферийные подсистемы разного назначения (своего рода органы чувств и подсистемы, осуществляющие необхо-

димые перемещения и движения в сложном пространстве) и систему прямых и обратных связей между ними.

С технической точки зрения самоуправляемые системы отличаются от систем с элементами управляемости и самоуправляемости, а именно: а) сложностью управляющей подсистемы; б) количеством и чувствительностью прямых и обратных связей между управляющей подсистемой и периферийными органами; в) способностью к разнообразным движениям. То есть имеется разница как между высшим биологическим организмом, имеющим мозг и полный набор органов чувств, и низшим, имеющим только примитивную нервную систему. Сложность управления и связей резко увеличивает число комбинаций, в которых может оказаться система, и адекватность ответа на изменяющиеся условия. В настоящее время ведется огромная работа по усовершенствованию систем (в частности, роботов) в их ориентации в пространстве, выборе правильного ответа при различных препятствиях и изменениях среды, способности к выбору решения и т. п.

Ниже мы приводим нашу классификацию, которая, конечно, далека от совершенства, но все же позволяет понять, чем отличаются более сложные самоуправляемые системы от более простых.

*Классификация самоуправляемых систем:*

1. «Умные» системы с элементами или ограниченной программой саморегуляции и самоуправления (здесь, в свою очередь, имеется ряд уровней сложности).

2. Автоматические сложные системы с предустановленной программой и органом самостоятельного управления, но неспособные выходить за рамки вложенной программы и не предназначенные для этого. (Соответственно мало коммуницирующие с окружающей средой.) Примеры: станки с ЧПУ, промышленные роботы первого поколения.

3. Автоматические сложные системы, предполагающие ограниченный выбор действий и ограниченную коммуникацию с пользователем (автоматы по продаже большого числа продуктов), иногда являющиеся частью более сложной системы (как автоматы по обслуживанию кредитных карт; а также очень сложные системы управления).

4. Самоуправляемые системы, способные ориентироваться в окружающей среде, перестраиваться и находить решения в зависимости от обстановки (навигатор, самолет-разведчик и т. п.; системы торговли на биржах).

5. Более сложные системы, способные подстраиваться под особенности ситуации, перестраивать свой функционал, учиться в рамках вложенных в гибкую программу возможностей, контролировать поведение и состояние людей (системы постоянного мониторинга состояния здоровья в онлайн-режиме; система лечения больных клеток путем принятия самостоятельных решения о степени их отклонения; робот, способный ухаживать за лежащим больным; искусственные органы, способные в той или иной степени заменить натуральные).

6. Системы с искусственным интеллектом, позволяющим принимать решения в достаточно широких рамках (робот, способный вести домашнее хозяйство; система, самостоятельно подбирающая сорта растений для любой местности).

#### **6.4. ПУТИ ДВИЖЕНИЯ В СТОРОНУ САМОУПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ. АНАЛОГИИ С ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИЕЙ**

**Общие соображения о путях завершения кибернетической революции.** Итак, в целом обозначилась тенденция к появлению все более разнообразных и сложных самоуправляемых систем. Эти системы будут весьма разнообразными по функциям и по своей природе, так как они будут не только и не столько техническими, сколько комбинированными (биотехническими и техносоциальными, см. о них в следующем параграфе), чисто биологическими или биосоциальными. И именно в силу их многообразия можно предположить, что и пути их создания будут разнообразными.

Во-первых, можно говорить об эволюционном и революционном путях. Первый сводится к тому, чтобы управляемые системы, работающие только под контролем человека, но делающие все основные операции самостоятельно, трансформировались в самоуправляемые, контроль над которыми будет гораздо меньше и может быть опосредованным, то есть осуществляться через другие самоуправляемые системы. Это нередко происходит незаметно. Проследите за историей, например, фотографии. Постепенно функция за функцией, которые прежде выполняли люди (причем квалифицированные специалисты), переходят к самой фотосистеме, так что теперь человеку нужно только щелкнуть кнопкой. А во многих случаях и сама съемка идет автоматически, равно как и обработка материалов (особенно это заметно в науке и военной области). Также развивалась линия усовершенствования прядильного и ткацкого станков в завершающей фазе промышленной революции, о чем мы рассказывали в *Главе 4*.

Однако, хотя это и кажется логичным, не исключено, что более существенно проявит себя путь революционный – созданием неожиданных систем с новыми свойствами.

Но еще более вероятно, что возникнут несколько линий, связанных с организацией использования таких самоуправляемых систем. Так, в период последней трети XVIII в. в Англии возникло две линии развития и использования техники: одна развивала условия для надомной работы с новыми механическими станками (и она оказалась тупиковой, но на первых порах позволила подготовить широкую базу для завершения промышленной революции); вторая была связана с новой – фабричной – формой организации машин. И на этом пути сразу стали появляться такие мощные изменения, что все перевернулось. Удалось превратить машину для выработки энергии (усовершенствованную паровую машину Уатта) в универсальный двигатель, создать полный цикл производства, механизировать все процессы для выработки тканей. Таким образом, возник новый инновационный сектор, который привел к завершению промышленной революции и распространению ее принципов на все остальные отрасли.

Мы полагаем, что нечто подобное случится и в процессе развития завершающей фазы кибернетической революции: одна линия будет направлена в сторону индивидуализации и роста компетенций индивидов, другая – в сторону новой и революционной комбинации возможностей и форм организации; на первых порах они будут дополнять друг друга, а потом в той или иной форме сольются. Такие вещи уже угадываются, например, в развитии 3D-принтеров. Одно направление служит для индивидуальных потребителей, а другое используется

в промышленных масштабах. То же касается и медицины: мы видим здесь и рост возможностей индивида для определения способов собственного лечения и мониторинга здоровья, и решительные изменения в области организации здравоохранения. Для развития первого направления необходим некий интегральный элемент, способный объединить разные инновации в единую систему. В последние десять-пятнадцать лет на роль такого интегрального элемента все сильнее претендует мобильный телефон, осуществляя функции приема, обработки, создания и передачи разнообразной информации (даже в отношении самоуправляемого автомобиля, например у Теслы). Считают, что на него будут поступать все данные от «умных» технологий<sup>20</sup>. Нам все-таки кажется, что появится что-то иное в качестве интегрального компонента. Для развития второго (масштабного) направления, очевидно, потребуется нечто более сложное в виде объединяющего элемента.

Один из путей развития будет связан с соединением разных систем в одну более сложную, что мы видим в истории развития ЭВМ, которые теперь включают в себя множество периферийных и иных устройств (камеры, сканеры, принтеры, микрофоны и т. д.). К примеру, идея «умной» системы под названием «древо жизни», комбинирующей в себе холодильник, печь, посудомоечную машину и даже элементы шеф-повара, то есть все, что нужно для комфортного питания и обслуживания. Процесс приготовления разнообразных блюд происходит без участия человека (<http://itechfuture.com/concept-kitchen-in-a-tree-will-do-all-the-work-yourself/>). По сути, это уже полпути до робота-повара, который будет готовить нужные блюда, тем более что прообразы таких роботов уже конструируются (Franklin-Wallis 2015)<sup>21</sup>.

Важным новым компонентом общей системы самоуправляемых технологий может стать такое направление, которое зарождается сегодня. Мы имеем в виду так называемый «Интернет вещей», когда многие приборы, машины и различное оборудование будут напрямую подключены в систему взаимосвязи через Интернет. В результате они начнут получать разнообразную информацию и при необходимости запрашивать ее. Сначала это может быть просто обновление драйверов или программного обеспечения, но в дальнейшем это могут быть запросы на то, как реагировать в необычной ситуации, обмен «опытом», возможность обучения систем и т. п. Именно такого рода объединяющие или универсальные (подходящие для многих систем) компоненты, накопившись, смогут создать тот уровень технологической сложности, с которого начнется завершающая фаза кибернетической революции.

<sup>20</sup> Сколько человек прошел метров в день, сколько калорий съел, сколько спал, сколько денег потратил, сколько поработал, что приготовить на обед. Будет фиксироваться и передаваться на мобильный даже такая информация, как человек поиграл в баскетбол и сколько очков забросил (Concept Smart... 2015) или данные с боксерских перчаток с встроенным Bluetooth-датчиком силы удара (Concept Clever... 2015)

<sup>21</sup> Как описывается в материале, робот смешал заранее приготовленные ингредиенты, добавил лук, приправы, и через двадцать с небольшим минут суп был готов, после чего робот разлил его по мискам, добавив тархун и несколько капель соуса. Пока устройство способно готовить лишь по одному рецепту, но к моменту его поступления в продажу разработчики планируют создать цифровую библиотеку из 2000 блюд, а также дать возможность пользователям добавлять собственные рецепты. Наконец, робот сможет самостоятельно мыть посуду. «Это исключительно вопрос обучения. У аппарата достаточно моторов и датчиков, чтобы приготовить все что угодно», – рассказал конструктор Марк Олейник (Franklin-Wallis 2015).

Наконец, для осуществления рывка, который даст мощный импульс завершающей фазе кибернетической революции, требуется существенно большее разнообразие, чем имеется сейчас, чтобы обеспечить нужное количество тех составных элементов, блоков, узлов и способов, с которых и начнется инновационный рывок. В настоящий момент для осуществления перехода к завершающей фазе кибернетической революции все заметнее накапливаются технологические условия и инновации; создаются готовые узлы, варианты, блоки, технологии, языки, формы использования и т. п., которые станут более крупными элементами для создания новых кибернетических (самоуправляющих) технологий, открывающих путь к завершающей фазе кибернетической революции<sup>22</sup>; идут разные потоки формирования будущих технологий самоуправляемых систем, при объединении которых в дальнейшем появятся более сложные и совершенные самоуправляемые системы, откроется более универсальный путь к их проектированию. Мы полагаем, что свою большую роль в деле создания необходимых блоков и элементов для сложных самоуправляемых систем сыграют «умные» системы. В этом смысле процесс представляется в виде развития *от «умных» к самоуправляемым системам*.

**Диалектика создания необходимых условий. Пример промышленной революции.** Для возникновения очень сложных систем нужна значительная база широко используемых более простых систем. При этом тенденция такова, что последние становятся своего рода узлами и элементами сложных систем, которые используются как универсальные элементы (с вариациями и модификациями). Рассмотрим, как это происходило в процессе промышленной революции.

Напомним, что машины состоят из механизмов, а механизмы из звеньев. Звеном называют «скелетную» часть механизма, то есть его несущую конструкцию (Среди звеньев можно выделить рычаги, кулачки, зубчатые колеса, диски, «мальтийские кресты», винты, гайки и т. п.). Число механизмов на порядки меньше числа машин, а число звеньев – на порядок меньше, чем механизмов. Но из относительно небольшого числа звеньев создается множество механизмов, а из относительно меньшего числа механизмов – огромное разнообразие машин (соответственно идее, что чем больше разнообразие на верхних уровнях, тем меньше оно на нижних [Седов 1993]). К началу XIX в. насчитывалось до 200 механизмов, но при этом половина из них была изобретена в XVIII в., особенно в последние его десятилетия (среди них такой важнейший, как суппорт Модсли). Таким образом, к началу завершающей фазы промышленной революции едва ли насчитывалось 150 механизмов. Но это уже было огромным разнообразием, поскольку к концу XV в., когда началась промышленная революция, их едва ли было 50. Основные из них представлены в разных модификациях колесными и зубчатыми механизмами, механизмами с блоками, рычажными и воротными, винтовыми и кулачковыми, спусковыми и шарнирными, пружинными и маятниковыми механизмами. И здесь очень важно заметить, что многие из этих первых механизмов (как колеса, рычаги, винты) впоследствии, когда они усложнились вместе с машинами, стали просто звеньями или даже основой звеньев механизмов (Боголюбов 1988; см. также: Кудрявцев, Конфедератов 1960:

<sup>22</sup> Мы называли этот процесс способом эволюционной блочной сборки (Гринин, Марков, Коротаев 2008). Он характерен для поиска эволюции, но также и для развития технологий.

29). Мы полагаем, что подобный эволюционный путь пройдут и многие «умные» системы.

**От «умных» к самоуправляемым системам.** Подобно тому как постепенно с созданием универсальных механизмов количество всевозможных машин на базе этих механизмов и звеньев стало расти в геометрической прогрессии (хотя само число последних оставалось не слишком большим), так и по мере создания различных «узлов», то есть моделей самоуправляемости (появляющихся в различных «умных» машинах, системах и материалах), начнет расти количество самоуправляемых систем. Иными словами, количество «узлов» и «механизмов» самоуправляемости не будет слишком большим, но число комбинаций их сборки и совместного действия в системах будет неограниченным<sup>23</sup>. Продолжим наши аналогии с промышленной революцией.

Механизм – это приспособление для передачи и преобразования движения (Боголюбов 1988: 63). Соответственно машина может состоять из одного или нескольких механизмов. По аналогии можно сказать, что «умные» системы – это приспособления для передачи особого рода информации (указаний, приказов, задач) в целях осуществления нужных реакций и действий эксплуатируемых систем в определенных ситуациях или вариациях среды без участия человека<sup>24</sup>. Отметим, что такая передача «информации к действию» может осуществляться самыми разными способами в зависимости от особенностей «умной» системы: за счет интеллектуальных компонентов, использования физико-химических и биологических структурных и функциональных особенностей систем; либо комбинированно.

По аналогии связи машин-механизмов самоуправляемая система может состоять из одной, но чаще из нескольких или множества «умных» систем. Напомним, что если к началу XIX в. насчитывалось порядка 200 механизмов, то уже в конце третьей четверти XX в. было около 5 тыс. механизмов (а машин – гораздо больше), то есть с начала XIX в. произошел их рост в 25 раз. Таковы могут быть масштабы роста тех «узлов», с помощью которых в будущем станут работать самоуправляемые системы (число которых также будет очень велико).

Таким образом, чем больше появится «умных» материалов, устройств, технологий и т. п., тем быстрее среди них выделятся наиболее универсальные; чем больше будет комбинаций объединения этих «умных» вещей в более сложные системы, тем увереннее пойдет работа в направлении создания самоуправляемых систем, которые в этом аспекте будут представлять собой системы, состоящие из различных «умных» технологий, объединенных гибкой системой управления.

<sup>23</sup> Подобно тому как комбинации компьютера, камеры, сканера, принтера, телефона, программного обеспечения, навигации, распознавания голоса и т. д. позволяют создавать множество различных информационно-контрольных систем, используемых везде – от быта до науки.

<sup>24</sup> Сегодня нельзя говорить только о производстве, это касается регулирования социальной и индивидуальной жизни, быта, ухода за собой и многого другого, поэтому нужен особый термин, может подойти понятие *эксплуатируемые системы*.

## Глава 7. Ведущие технологии завершающей фазы кибернетической революции. В какой области она начнется?

### 7.1. ВЕДУЩИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЗАВЕРШАЮЩЕЙ ФАЗЫ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

В процессе завершающей фазы кибернетической революции, очевидно, ведущими станут новые области технологии и экономики. Какие именно? Из этого вопроса следуют, по крайней мере, два других. *Первый*: какие новые отрасли выдвинутся вперед в итоге этого технологического переворота? Ясно, что подобное выдвижение не может быть одновременным. Но начавшие рывок отрасли самой логикой завершающей фазы кибернетической революции «подтянут» другие. Так, в завершающей фазе промышленной революции прорыв начался в текстильной отрасли (хлопчатобумажной). Но поскольку эта фаза была связана с переходом на полностью машинный характер производства, неизбежно через двадцать-тридцать лет стала быстро развиваться (а во многом появилась почти с нуля) такая отрасль, как машиностроение. Использование энергии пара и машиностроение существенно «подтянули» отрасли добычи угля и выплавки стали, хотя они были заметными и ранее. Много машин появилось и в других отраслях. Словом, комплекс передовых производств формировался в ходе завершающей фазы промышленной революции в 1760–1820-х гг.

Если говорить о прогнозах для завершающей фазы кибернетической революции, то, по нашему мнению, в целом *ведущими технологическими направлениями в фазе управляемых систем станут несколько отраслей: медицина, био- и нанотехнологии, робототехника, информационные, аддитивные (3D-принтеры) и когнитивные технологии. Вместе они сформируют сложную систему саморегулируемого производства.* О всех этих направлениях в большей или меньшей степени будет рассказано в части 3. Последовательность изложения в нашей монографии в определенной, но не полной степени отражает наши предположения о сравнительной важности каждого направления в завершающей фазе кибернетической революции. Но, во-первых, на последовательность изложения влияли соображения логичности переходов и развития идей монографии, во-вторых, важность той или иной области может меняться с течением времени. В целом мы обозначили указанный комплекс как **МАНБРИК-технологии**, по первым буквам названий технологий (см. Рис. 7.1)<sup>1</sup>.

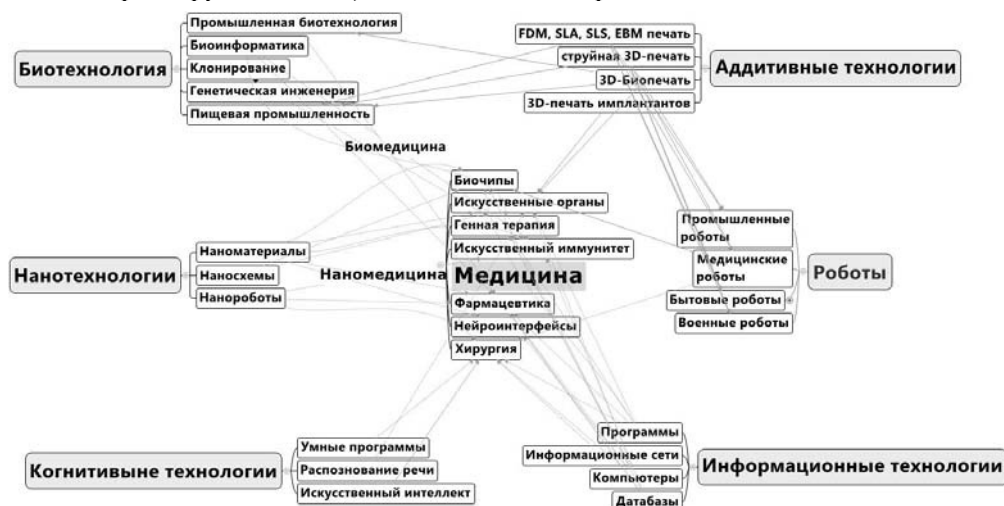
Как известно, довольно распространена аббревиатура NBIC-конвергенция (см.: Lynch 2004; Bainbridge, Roco 2005; Dator 2006; Ковальчук 2011; Акаев 2012)<sup>2</sup>. Есть также исследователи (Jotterand 2008), которые считают ведущим в

<sup>1</sup> Соответственно: медицинские, аддитивные (3D-принтеры), нанотехнологии, биотехнологии, робототехника, информационные и когнитивные технологии. Но порядок букв в данной аббревиатуре не отражает наших представлений о сравнительной важности направлений этого комплекса. Он связан с удобством произношения.

<sup>2</sup> *N* – нанотехнологии, *B* – биотехнологии, *I* – информационные технологии, *C* – когнитивная наука.

будущем иной набор технологических направлений – GRAIN (Genomics, Robotics, Artificial Intelligence, Nano-technology).

Однако, возможно, этот комплекс окажется гораздо шире, чем мы указываем. Не исключено, что проявят себя и совсем новые отрасли, которые сегодня находятся в зачаточном состоянии. Поэтому в дальнейших главах мы подробно рассмотрим именно эти основные направления кибернетической революции, прежде всего медицину, биотехнологию и нанотехнологию, в меньшей степени – робототехнику, информационные и когнитивные технологии, а также коснемся некоторых других потенциально важных отраслей.



**Рис. 7.1.** Взаимосвязь отраслей МАНБРИК-технологий

Схема на Рис. 7.1 демонстрирует основные направления кибернетической революции в разрезе связей с медициной.

*Второй вопрос:* в какой отрасли начнется завершающая фаза кибернетической революции? Какая будет первой? Здесь прежде всего следует иметь в виду, что область прорыва будет узкой. Дело в том, что, как мы видели в истории технологий, переход к новому инновационному уровню никогда не начинается одновременно на широком фронте, прорыв осуществляется в отдельных местах, а затем уже, образно говоря, через этот прорыв «подтягиваются» новые инновации. В этой связи напомним, что промышленная революция началась в довольно узкой хлопчатобумажной области текстильной мануфактуры, причем с решения вполне конкретных проблем: сначала ликвидация разрыва между прядением и ткачеством, а затем, после увеличения производительности ткачей, поиск механизации прядения. Однако решение данных узких задач в условиях наличия к этому времени большого количества важнейших элементов машинного производства (включая множество механизмов, примитивные паровые машины, довольно большой объем добычи каменного угля и т. п.) вызвало взрыв инноваций, которые и дали импульс развитию промышленной революции.

По аналогии можно предположить, что и кибернетическая революция начнется сначала в узкой области. Мы полагаем, что область, в которой начнется завершающая фаза кибернетической революции, – медицина. Но, скорее всего,



это будет не традиционная медицина, а ее новое направление. Сегодня уже стали общепризнанными такие термины, как «биомедицина», «наномедицина», «медицинская робототехника» и др. Очень вероятно, что в этих или подобных им совсем новых направлениях медицины и начнется «прорыв», поскольку, как увидим далее, такого рода технологические прорывы не могут возникнуть в уже зрелых отраслях. Наше предположение базируется: а) на анализе новейших достижений технологий; б) на закономерностях, выведенных из теории производственных революций; в) на ряде глобальных демографических и экономических трендов. Соответственно в этой главе мы вначале рассмотрим закономерности развития производственных революций, а затем демографические и экономические условия, которые, по нашему мнению, обеспечат приоритет именно медицине. Что касается новейших достижений в технологиях, подробно рассмотрим их в части 3.

## **7.2. ЛОГИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ: АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ И СООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ЭТАПАМИ**

**Возможности теории производственной революции.** Значение теории принципов производства и производственных революций в том, что они не только позволяют сделать более глубокое и продуктивное описание эволюции производственного и технологического развития, но и дают инструмент для прогнозов в отношении разворачивания кибернетической революции и научно-кибернетического принципа производства. Наличие такого инструментария – очевидный признак научности теории. Наш прогноз базируется на выявленных закономерностях между фазами производственных революций. Мы полагаем, что на основе закономерностей, выявленных в ходе аграрной и промышленной революций, можно сделать следующие предположения: во-первых, о длительности средней (модернизационной) фазы кибернетической революции; во-вторых, о времени начала и приблизительной продолжительности завершающей фазы этой революции; в-третьих, о том, в каких секторах и направлениях будет происходить новый технологический прорыв. Таким образом, теория производственных революций дает методологию для обоснования прогноза будущих технологических изменений кибернетической революции. Напомним, что начальная инновационная фаза кибернетической революции уже завершилась (1950-е – начало 1990-х гг.), а модернизационная – находится примерно на средней стадии своего развития (началась в 1990-х гг. и предположительно завершится в конце 2020–2030-х гг.). Поэтому уже можно сравнить прогнозы теории в отношении каждой фазы производственной революции с реальностью, а также предположить вероятную роль тех или иных технологий в завершающей фазе кибернетической революции.

Для более точного объяснения такой методологии мы приводим в системе (иногда формулируем заново) в этом параграфе ряд функциональных и процессных зависимостей между: а) начальной и завершающей фазами производственной революции; б) начальной и средней фазами; в) средней и завершающей фазами производственной революции. Далее, зная алгоритм того, как процессы, проявившие себя на начальной фазе производственной революции, могут трансформироваться на ее средней и завершающей фазах, на основе исследования

начальной и незаконченной средней фазы кибернетической революции мы даем прогнозы ее развития в ближайшие десятилетия.

### **7.2.1. Особенности начальной фазы: объединение в систему несистемных тенденций и развитие новых**

На начальной фазе производственной революции:

1. *Получает системное выражение целый ряд тенденций и инноваций, которые являлись несистемными по отношению к предшествующему принципу производства.* Несистемность означает, что по отношению к предшествующему принципу производства эти явления не играли решающей роли и не вытекали из главных его характеристик, в то время как в отношении нового принципа производства роль этих характеристик значительно возрастает. Рассмотрим это на примере автоматизации, которая в той или иной степени проявлялась в промышленном производстве задолго до начала кибернетической революции. Одна из главных характеристик промышленного принципа производства заключается в том, что производство осуществляется машинами, которыми управляет человек, используя свои органы чувств, физическую силу и квалификацию. Но при этом часть процессов в работе механизмов осуществлялась практически без непосредственного участия человека, то есть автоматически. Однако автоматизация процессов не являлась фундаментальной, обязательной характеристикой промышленного принципа производства, а была своего рода дополнительным бонусом. В начале XX в. автоматизация стала очень активно развиваться (например, в электротехнике для предотвращения аварий, в двигателях – для удобства управления и т. п.). Но и тогда она не получила решающего значения, поскольку еще не использовалась для автоматизации технологических процессов в целом.

Следовательно, автоматизацию в этот период можно считать гиперразвитием такой фундаментальной черты, как механизация. Причем даже в первой половине XX в. автоматизация не являлась ведущей линией промышленного принципа производства. Напротив, лидирующее место занимали процессы новейшего разделения труда, включая массовое распространение конвейерного производства (как мы помним, постоянное углубление разделения труда в отличие от автоматизации – фундаментальная и сквозная характеристика промышленного принципа производства, ярко обозначившаяся еще в мануфактурах). Иное дело – развитие автоматизации во второй половине XX в. Она стала важнейшей характеристикой научно-кибернетического принципа производства (на его начальных этапах), находя все новые формы применения и выражения в освобождении человеческих затрат по управлению производственными процессами (особенно в ИКТ).

Итак, *начальная фаза производственной революции развивает до предела несистемные элементы предшествующего периода, превращая их в ведущие черты.* Автоматизация в этом плане продолжала механизацию, химия искусственных материалов – органическую химию, «зеленая революция» в сельском хозяйстве – развитие агрономии. Развитие радио- и телевизионной техники было продолжением тренда новых способов передачи информации, обозначившегося ранее. Такая преемственность может скрывать глубину перехода от одной эпохи к другой. Недаром в 1950–1970-е гг. научно-техническое развитие считали про-

должением индустриальной революции, в лучшем случае ее называли новой индустриальной революцией (научно-технической революцией).

2. *Бывшие несистемные характеристики вместе со вновь появившимися теперь образуют единую систему нового принципа производства.* Автоматизация, создание искусственных материалов химической промышленностью, мощнейшее развитие некомпьютерной электроники и средств связи, появление удобных и разнообразнейших двигателей, массовый переход на новые виды энергии и топлива, прорыв в селекции и защите растений, освобождение миллионов работников, ранее занятых в сельском хозяйстве и промышленности, и их переход в сектор услуг в совокупности с рядом новых направлений в технике, информатике и науке – все это создало принципиально новую ситуацию в экономике. Это и было свидетельством начала новой производственной – кибернетической – революции.

3. *Важным моментом, дающим мощнейший синергетический эффект, выступает также временная плотность (кластерность) рождения и развития целого ряда направлений, в большей или меньшей степени являющихся характерными именно для нового принципа производства (см. об этом в Приложении 2).*

В 1950–1960-х гг. такими направлениями были атомная энергетика, космические исследования и освоение космических частот для связи и других целей, освоение морских глубин и, конечно, информационно-компьютерные, множительные, лазерные технологии, а также и другие направления (в частности, в генетике, медицине и биотехнологиях).

4. *Однако судьба этих инновационных направлений может быть различной:* часть из них далее – во второй половине начальной фазы и в средней фазе – получает особое по масштабам и важности развитие, а часть развивается не столь бурно, некоторые после десятилетий «спячки» неожиданно «просыпаются» к новому подъему. Некоторые и вовсе оказываются (по крайней мере, на время) тупиковыми. Так, на сегодняшний день атомная энергетика столкнулась с серьезными ограничениями из-за экологических проблем, надежды на овладение термоядерной энергией не оправдались, а освоение морского дна (за исключением морского шельфа) пока остается экзотикой. Зато развитие ИКТ стало ведущей линией. Также неожиданно вновь возродилась нетрадиционная энергетика (в ущерб атомной), проекты овладения которой были очень популярны в 1960–1970-е гг.

5. *Смена лидирующего сектора во время производственной революции.* Ведущее значение специфических характеристик и секторов нового принципа производства наглядно проявляется ближе к концу начального этапа производственной революции или на средней ее фазе (как и случилось с ИКТ). Этим секторам необходимо время, чтобы обрести зрелость и системность. Таким образом, в течение первых двух фаз производственной революции происходит постоянная смена ведущих отраслей и секторов и появление новых. Одна из отраслей нового принципа производства на достаточно длительное время (конец начальной и средняя фаза) начинает как бы подавлять все другие. Эта область становится своего рода символом производственной революции, ее движущей силой. Но в дальнейшем ее роль как локомотива должна снизиться. Так, шерстяная промышленность (важнейшая на ранней фазе промышленной революции) оказалась второстепенной на ее завершающей фазе, когда ее сменило хлопчатобумажное производство. Отсюда вывод: ведущим направлением завершающей

фазы кибернетической революции будут не ИКТ. Они могут совершить (и, скорее всего, совершат) новый рывок, получив импульс от новых прорывных технологий, но это случится значительно позднее начала завершающей фазы этой революции.

Например, можно предположить, что рано или поздно, но неизбежно произойдут очень серьезные изменения в трансформации самого процесса программирования. В настоящий момент он весьма трудоемкий и медленный. Скорее всего, развитие пойдет в направлении упрощения и роботизации части работы по написанию и особенно внедрению программ, словом, в замене труда программиста в основном машинным и развитии направления «сам себе программист». Здесь можно использовать следующую аналогию относительно истории прогресса в информационной сфере. В 1814 г., то есть примерно в середине завершающей фазы промышленной революции, появилась печатная машина Фридриха Кёнига, полностью механизировавшая все операции, которые печатники прежде делали вручную, что повысило производительность труда в несколько раз. Исходя из этого, имеет смысл предположить, что такой прорыв может случиться где-нибудь в середине XXI в., хотя наверняка значительные продвижения в этом плане будут и раньше.

6. *Уже на начальной фазе появляется прообраз тех секторов, которые станут ведущими на ее завершающей фазе. Но на начальной фазе они не играют ведущей роли.*

### **7.2.2. Особенности средней – модернизационной – фазы: накопление инноваций и поиск места прорыва**

1. *Масштабность проявившихся тенденций и зарождение новых.* С одной стороны, на этой фазе находят свое развитие (но в разной степени) многие процессы, оформившиеся на начальной фазе производственной революции. С другой стороны, именно на модернизационной фазе мы видим истоки тех форм, которые получают новое воплощение на фазе завершения производственной революции. Следовательно, важно разделить тенденции, которые уже обнаружили свою зрелость, и тенденции, которые лишь зарождаются, чтобы попытаться понять, какие из них будут развиваться, а какие окажутся второстепенными, стабилизируются или позже пойдут на убыль.

2. *Развитие идет вширь. Потребность в глубоких социально-политических изменениях.* В первой половине модернизационной фазы особенно заметно расширение новых технологий. Во второй – движение вширь, столкнувшись с определенным насыщением, несколько замедляется, что усиливает активизацию в инновациях. Все вместе создает ощущение кануна чего-то важного. Однако решающий компонент для возникновения новой системы пока отсутствует. Причем эта лакуна может определяться отсутствием не только технического (технологического) решения, но и общественных условий для его внедрения. Одна из важнейших характеристик модернизационной фазы заключается в том, что *в этот период должны произойти глубокие перемены в социальных и политических отношениях*. Если рассматривать период промышленной революции, то XVII–XVIII вв. – время социальных революций в Англии, Голландии, США, Франции, которые изменили мир, а также это время изменений в мировой политике: Тридцатилетняя война (1618–1648) и Вестфальский мир, последовавший за ней, надолго заложили основы международных отношений (см. об этом: Гринин

2008а; 2008б; 2009а; Grinin *et al.* 2016). Глобализация и период, который мы назвали эпохой новых коалиций (Гринин 2009а; Гринин, Коротаев 2010а; 2012; Grinin, Korotayev 2015а), также должны существенно трансформировать мир и уже значительно меняют его.

3. *Идея решающего компонента.* На модернизационной фазе происходит накопление потенциалов и усовершенствований, которые определяют возможность завершающей фазы революции. К моменту ее начала должны сформироваться почти все компоненты. Но только с появлением решающего компонента инновации начнут складываться в новую систему. При этом перестройка иерархии в рамках всей производственной системы (областей деятельности, отраслей производства и инноваций по степени их важности) будет весьма существенной.

4. *Решающая инновация появится в новой области.* Вывод, который можно сделать в ходе исследования производственных революций: решающая инновация появится не в самой главной отрасли экономики (неведущими отраслями изначально были ирригационное земледелие в числе разных видов земледелия до завершающей фазы аграрной революции, хлопчатобумажная отрасль в числе других отраслей промышленности до завершающей фазы промышленной революции). Мало того, в этой отрасли должны сложиться особые условия, которые обязательно должны включать в себя высокую коммерческую прибыльность, привлекательность и устойчивый спрос на длительное время. Тем не менее появление решающей инновации может на какое-то время остаться недооцененным.

Решающая инновация для начала завершающей фазы кибернетической революции может возникнуть в разных областях медицины (как мы говорили выше, вполне возможно, на стыке с другими инновационными отраслями), может иметь место цепочка инноваций, которые переведут растущее количество инноваций в качественно новую систему. Не исключено, в частности, что такой прорыв будет связан с обнаружением успешных технологий борьбы с раком, поскольку эта болезнь существенно отличается от большинства других и требует решения на уровне генетики, а также использования принципиально новых технологий.

### 7.2.3. Особенности завершающей фазы

1. *Окончательно проявляются главные характеристики производственной революции.* Все основные черты завершающей фазы революции могут быть обнаружены и на начальной ее фазе, но только ретроспективно, частично, в недифференцированном или неразвитом виде. При этом сходство должно проявиться на ином уровне и в другом масштабе. Эти черты будущего еще более заметны на средней фазе.

Следовательно, проанализировав начальную и среднюю фазы, выделив определенные их черты, определив динамику развития, можно сделать предположение о ведущих чертах кибернетической революции. Именно на основании такого анализа мы смогли выявить наиболее важные характеристики кибернетической революции, включая экономию ресурсов и энергии, миниатюризацию, индивидуализацию, все более широкое использование новых, неизвестных ранее материалов и др. Эти черты уже вполне проявляются в нашу эпоху, но они станут ведущими в будущем.

2. Если на начальной фазе возникает много направлений, то среди них обязательно есть такие, которые станут ведущими на завершающей фазе. При этом на начальной фазе они могут играть менее важную роль. Так, если на завершающей фазе промышленной революции главное – это техника, машины, замена ручного труда машинным, то на начальной ее фазе техника является только частью нового направления. Технические инновации (замена ручного труда механическим) в начале промышленной революции были не столь важными, главным был процесс, углубляющий разделение труда. Если же обратиться к аграрной революции, то напомним, что ведущим направлением примитивного земледелия было использование плодородных участков путем ручной обработки (например, с помощью заостренной палки или каменной мотыги). Плодородие почвы было естественным или достигалось сжиганием растительности. Что касается ирригационных технологий, то на начальной фазе аграрной революции они были довольно слабо распространены и привязаны к некоторым локальным условиям. Зато на завершающей ее фазе они стали ведущими и, по сути, оставались такими в течение всего аграрно-ремесленного принципа производства.

Следовательно, ведущий сектор завершающей фазы кибернетической революции уже сформировался и является вполне заметным, но он в числе тех, которые пока не играют решающей роли в экономике. По нашему мнению, ведущую роль в разворачивании завершающей фазы кибернетической революции сыграют какие-либо новые инновационные отрасли медицины на стыке с новыми направлениями.

Обоснование этому дается ниже.

3. После появления решающей инновации (или их группы) должна начаться взаимная интеграция инновационных секторов. Этот процесс заметно усиливается в течение завершающей фазы производственной революции. Инновации взаимно интегрируются и создают принципиально новую систему. Так случилось, например, вскоре после изобретения механического прядильного станка, который стал непрерывно совершенствоваться, вбирая в себя лучшие черты предшествующих и конкурирующих между собой технических систем (такова была мюль-машина Кромптона, вобравшая в себя достоинства прялки «Дженни» Харгривса и ватер-машины Аркрайта, о чем мы рассказывали в Главе 4). Но главное, что до того разрозненные важные направления (паровые машины, паровая энергия, новые виды машин, принципы управления на крупных предприятиях, сложившийся институт изобретательства и разные технические инновации) позволили в течение двух десятилетий создать принципиально новый по всем параметрам сектор хлопчатобумажных фабрик. Далее это вызвало кумулятивный эффект быстрого изобретения недостающих инноваций в области расчесывания и выравнивания хлопка, крашения, наложения рисунка и т. п.

Отсюда: «прорывы» в медицине вызовут «подтягивание» и складывание в систему самых разных инноваций, что в итоге создаст возможность для завершения кибернетической революции (включая достижения ИКТ, нанотехнологий, робототехники, новые материалы и т. п., а также инновации в социальной жизни и системе социального обеспечения населения).

Вот один из примеров того, как медицина может объединять инновационные технологии (3D-принтеры, ИКТ, биотехнологии, нанотехнологии и др.)

в единый комплекс (в единую самоуправляемую систему) благодаря более приоритетной (как с гуманитарной, так и с экономической точки зрения) цели.

В Италии научные сотрудники смогли создать искусственный глаз, который будет выполнять далеко не косметическую функцию. Протез сможет передавать изображение, как настоящее глазное яблоко. Для его разработки ученые задействовали 3D-биопринтер, а сама технология будет введена в активное использование только в 2027 г. По мнению авторов работы, данное исследование совершит настоящую революцию в области офтальмологии, и люди, страдающие недугами глаз, смогут видеть наш мир. Этот бионический глаз можно будет без труда установить на место настоящего. Изобретение позволит подключаться к сети Wi-Fi и применять различные фильтры. Специалисты из Италии уверены, что их инновационное изобретение с легкостью обгонит по популярности очки и контактные линзы. Кроме того, планируется оснастить глаза специальной функцией, которая позволит делать снимки и печатать их при помощи 3D-принтера. Для изменения настроек глаза будет необходимо принять соответствующую таблетку. Каждая из них будет отвечать за отдельный пресет. Кроме того, в случае неисправности глаз можно будет с легкостью заменить даже в домашних условиях (Певцов 2015).

*4. Необходимо разделять область прорыва и смысл новой системы производства.* Область прорыва только открывает период глубоких трансформаций. А полностью производственная революция обретет свои логику и «смысл» позже, когда трансформации достигнут весьма значительной глубины и масштаба. Однако этот «смысл» уже можно пытаться угадать сейчас, исходя из процессов на начальной и средней фазах производственной революции.

*Общая идея кибернетической революции может быть связана с постоянной и всесторонней экономией энергии, ресурсов (включая труд) и материалов, которая начнет осуществляться благодаря массовому развитию самоуправляемых систем принципиально нового уровня.* Собственно, рост уровня жизни населения планеты, численность которого будет увеличиваться, по крайней мере, до 2070-х гг. (по большинству прогнозов, см., например: Population... 2012), без прорыва в области такой экономии состояться не может.

### 7.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БУДУЩЕГО СЕКТОРА ПРОРЫВА

**Основные условия, необходимые для определения сферы будущего прорыва.** Итак, одно из положений теории производственной революции гласит: одно из целого ряда ее направлений, обозначившихся на ее начальной и средней фазах, станет местом прорыва к завершающей ее фазе. При этом до начала рывка оно не играет ведущей роли в экономике. Анализ реального хода производственных революций также подсказывает характеристики будущего сектора:

- его товар должен быть в числе предметов первой необходимости. Зерно (в эпоху аграрной революции) и хлопчатобумажные ткани (в эпоху промышленной) отвечали этим требованиям;
- направление развития сектора должно отвечать ведущим тенденциям и проблемам общества (ирригационное земледелие смогло поддержать и ускорить начавшийся рост населения; хлопчатобумажная отрасль существенно отвечала потребностям растущей урбанизации и использованию избыточной рабочей силы, возникшей в аграрном секторе);
- сектор может повлиять на значимое число областей, интегрировать их (в эпоху аграрной революции ирригационные сооружения, например, требовали

совместных действий в масштабах общества; в период промышленного переворота это привело к быстрому росту экономики, перестройке транспортных путей и торговли);

- консерватизм в данном секторе сравнительно слабый, что позволяет инновациям внедряться быстрее и проще;

- сектор прорыва должен быть высокодоходным и иметь стабильный спрос, иначе он не привлечет крупных инвестиций. Кроме того, заимствование из данного сектора новых технологий, возникших в авангардном обществе, другими обществами не встретит серьезных препятствий (правительственных запретов и т. п.);

- сектор должен иметь большие резервы в отношении расширения и роста, а также на длительное время нуждаться в постоянном внедрении инноваций, чтобы стимулировать напряженную венчурную и инвестиционную активность.

**Возможные кандидаты.** Рассмотрим это в отношении кибернетической революции. Очевидно, что сектор будущего прорыва завершающей фазы данной революции уже должен существовать. Но какой из существующих отвечает изложенным характеристикам? Мы считаем, что такой прорыв не может состояться, например, в направлении «зеленой» (низкоуглеродной) энергетики (несмотря на то, что сегодня ветровая и солнечная энергетика развиваются весьма интенсивно). Дело в том, что «зеленая» энергетика не сможет заменить в полном объеме традиционную, а будет сосуществовать с ней, как сегодня сосуществуют с углеродной энергетикой гидро- и атомная<sup>3</sup>. Робототехника, если бы удалось создать устройства, которые умеют выполнять самые разные функции в сфере услуг, могла бы стать таким прорывным направлением. И недаром именно в создании роботов виделось будущее научно-технического прогресса. Робототехника сегодня имеет широкий спектр применения и достаточно быстро развивается (см., например: Макаров, Топчеев 2003; Гейтс 2007). И все же ни по объемам сегодняшних инвестиций, ни по уровню решенности стоящих перед ней проблем (включая разработки нейросетевых технологий), ни по интересу к этой отрасли пока не видно, что робототехника станет прорывным направлением в ближайшие полтора-два десятка лет. Конечно, в более позднее время робототехника должна достичь выдающихся успехов (подробнее см. в *Главе 10*). Последние годы автомобильные концерны и другие высокотехнологичные корпорации, такие как «Тесла» и «Гугл», стали активно пропагандировать и продвигать модели электромобилей и самодвижущихся автомобилей (об этом пойдет речь в *Главе 11*). Это, безусловно, перспективно, а число электромобилей уже сегодня достаточно велико. Но с электромобилями, даже если удастся решить важнейшие проблемы их зарядки и аккумуляции энергии (а здесь имеются существенные подвижки), по нашему мнению, будет то же, что и с низкоуглеродной энергетикой. Они не смогут полностью вытеснить автомобили, а только займут зна-

<sup>3</sup> Помимо преимуществ низкоуглеродная энергетика имеет и существенные минусы. Первый из них – недостаточная гибкость в изменении объема выработки энергии, что связано с перепадами в потреблении, и сложность аккумуляции этой энергии в отличие от иных направлений энергетики. Во-вторых, даже если удастся решить эту проблему, есть и экологические сложности. В-третьих, она серьезно зависит от погодных условий. Пока энергия, выработанная этими генераторами, остается добавочной, данные проблемы качественно не влияют на экономику. Но если «зеленая» энергетика станет основной, то они будут весьма существенными. Нельзя также забывать, что отрасль по-прежнему дотационная, а с падением цен на энергоносители разница в ценах, сгладившаяся при высоких ценах на нефть, может вновь возрасти.



чительную долю рынка. Что касается самоуправляемых автомобилей, то здесь предстоит решить серьезные правовые вопросы, поскольку придется вносить изменения в правила дорожного движения, гражданско-правовую ответственность, а эти вопросы уже возникли с появлением единичных экземпляров таких машин (см., например: Невельский 2014; Анисимов 2015б)<sup>4</sup>. Но даже при успешном развитии самоуправляемых машин стоит обратить внимание на прогноз Barclays, аналитики которого считают, что в ближайшие 25 лет продажи автомобилей в США могут упасть примерно на 40 % из-за использования людьми беспилотных машин-роботов (Анисимов 2015а). То есть такие беспилотные автомобили даже через 25 лет не смогут вытеснить обычные. Иными словами, самоуправляемые автомобили, как и электромобили (а скорее всего, эти модели объединятся в единую), уже являются важным трендом, подготавливающим начало завершающей фазы кибернетической революции. И они станут ее заметной частью. Однако, по нашему мнению, не с них начнется завершающая фаза кибернетической революции.

**Медицина как сфера первоначального технологического прорыва.** Исходя из анализа сегодняшней ситуации, можно сделать вывод, что только медицина отвечает вышеизложенным требованиям. Медицина понимается нами в широком смысле слова, поскольку она будет включать (и уже активно включает) для своих целей целый ряд других направлений (использование роботов в хирургии и уходе за больными, информационных технологий – для удаленной медицины, нейроинтерфейсов – для лечения болезней психики и исследования мозга; генной терапии и инженерии, нанотехнологий – для создания искусственного иммунитета и биочипов, которые мониторят организм; новых материалов – для выращивания искусственных органов и многого другого, что станет мощной системой экономики). В ходе завершающей фазы кибернетической революции, несомненно, удастся увеличить нашу способность вмешиваться в человеческий организм, возможно, в какой-то мере в его геном; резко расширить возможности точечных влияний и операций вместо современных хирургических; широко использовать культуру выращивания отдельных биологических тканей, органов или их частей и элементов для использования в целях регенерации и реабилитации организма, а также небиологические аналоги биологической ткани (органов, рецепторов) и т. п. Об этом будет подробно сказано в следующей главе. Но от первых шагов в этом направлении (в 2030–2040-х гг.) до повсеместного широкого применения пройдет достаточно большой срок – не менее двух десятилетий<sup>5</sup>.

Однако сейчас мы говорим не о завершающей фазе в целом, а только о ее начале. И, разумеется, предсказать конкретный ход инноваций практически невозможно. Но можно однозначно утверждать, что первоначально новый инновационный комплекс сложится не в медицине старого типа и даже *не во всем вышеуказанном обширном инновационном направлении, а лишь в каких-то новых*

<sup>4</sup> Не говоря уже о предубеждении и боязни аварий. Достаточно появиться таким видео, какое выложил владелец электрокара Tesla Model S, о том, как «машина попыталась убить» его (автомобиль несколько раз попытался выехать на встречную полосу на узкой дороге), чтобы вызвать панику (Tesla... 2016).

<sup>5</sup> Подобный прорыв также будет опираться на качественный рост возможностей модификации в принципе любого живого организма – от бактерий до млекопитающих (за счет успехов генной инженерии). Модифицированные элементы таких организмов могут даже служить материалом для использования в человеческом организме, например антитела (напомним, что в медицине животные уже давно используются для получения сыворотки крови, необходимой при изготовлении вакцин).

ее отраслях, которые смогут стать областью начала прорыва в завершающей фазе кибернетической революции.

Итак, определенная инновационная область медицины будет сферой, где начнется завершающая фаза кибернетической революции, но в дальнейшем развитие самоуправляемости систем захватит самые разные области производства, услуг и жизни. Приведем в совокупности причины, которые объясняют, почему именно медицина и связанные с ней области станут местом первоначального прорыва завершающей фазы кибернетической революции:

1) Медицина имеет уникальные возможности, как никакая другая отрасль, для объединения всех этих новых технологий в единую систему<sup>6</sup>.

2) Коммерческие перспективы внедрения новых технологий огромны, поскольку люди всегда готовы тратить деньги на здоровье и красоту.

3) Медицина уникальна в плане того, что она требует постоянной работы в области новых высоких технологий. Медицинские корпорации, как представляется, в меньшей степени тормозят технический прогресс, чем некоторые другие (те же фармацевтические – см. Главы 8 и 9), и более заинтересованы в нем, поскольку главная цель медицинских корпораций – добиваться эффективности лечения.

4) Ряд демографических и экономических причин, связанных со старением населения, нехваткой трудовых ресурсов и обеспечением увеличивающегося числа пожилых людей (см. ниже), потребуют решительного роста возможностей медицины.

Далее мы более подробно рассмотрим социально-демографические и экономические условия, которые в огромной степени будут благоприятствовать прорыву в медицине.

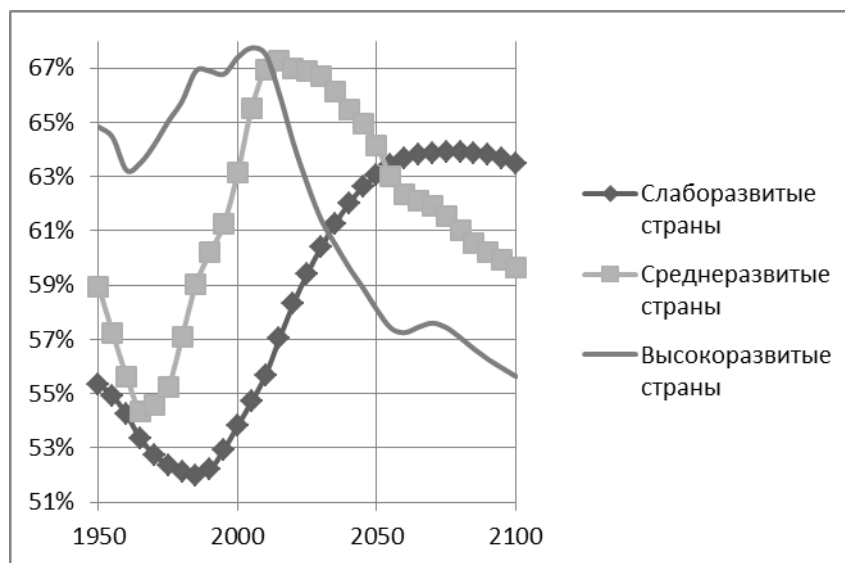
#### **7.4. СТАРЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ТРЕНД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА БУДУЩЕГО ПРОРЫВА<sup>7</sup>**

Старение населения и в целом изменение его возрастной структуры (см. Рис. 7.3–7.6), приведут к большим проблемам, связанным: а) с дефицитом трудовых ресурсов (см. Рис. 7.2, 7.7); б) с пенсионным обеспечением постаревшего населения (Рис. 7.5, 7.7). Они весьма остры уже сегодня, а в будущем в некоторых странах станут, несомненно, намного актуальнее. Внедрение даже сегодняшних медицинских и иных технологий в развивающихся и среднеразвитых странах существенно увеличит ожидаемую продолжительность жизни. А будущие успехи медицины и других новейших технологий, кроме того, могут обеспечить дальнейший рост ожидаемой продолжительности жизни в развитых странах и в мире в целом. Таким образом, проблема старения населения становится глобальной, а ее важность будет нарастать в течение целого ряда десятилетий (см., например: ВОЗ 2015а). Рассмотрим некоторые данные, показывающие состояние дел на сегодняшний день и прогнозы (консервативные, не учитывающие возможных прорывных успехов в медицине).

<sup>6</sup> Характерно, что даже такая вероятная технология будущего, как квантовый компьютер, который будет способен на порядки превосходить по быстродействию современные компьютеры, в своем назначении ориентируется на возможность совершать расчеты различных процессов в человеческом организме, в том числе в его мозге, и, как предполагается, именно медицина будет одной из главных сфер его приложения (см.: Баграев 2015). Впрочем, попутно отметим, что появляются и иные проекты компьютеров будущего. Так, появилось сообщение о создании фотонного компьютера (Ученые из США... 2015).

<sup>7</sup> В этом параграфе использованы рисунки и данные из нашей совместной статьи с А. В. Коротаевым (Гринин, Коротаев 2015е).

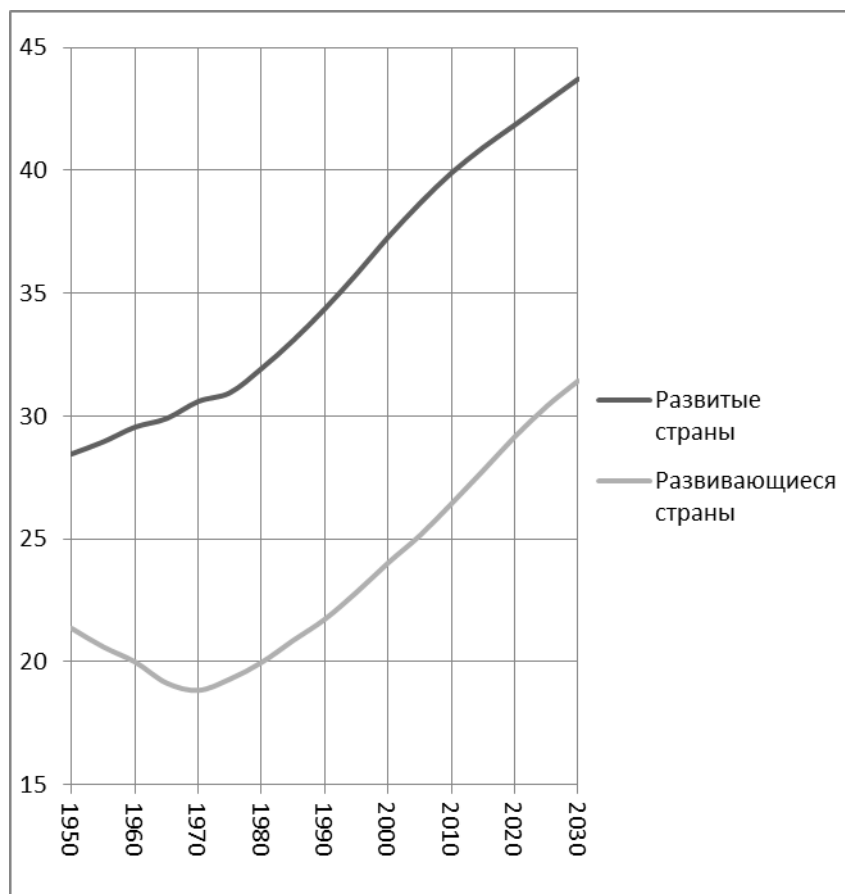
**Сокращение доли трудоспособного населения и рост доли пожилого и престарелого населения.** На Рис. 7.2 мы видим, что Запад уже полностью использовал свой демографический дивиденд, это означает, что трудовых ресурсов в странах Запада становится меньше, а процесс старения усиливается. На Рис. 7.2 также видно, что многие развивающиеся страны еще, по сути, накапливают демографические и трудовые ресурсы. Следовательно, в будущем они получат в этом плане важнейшее преимущество, что также будет способствовать более быстрым темпам роста экономики. Однако такая ситуация сложилась далеко не во всех развивающихся странах; в некоторых, таких как Китай, процессы старения и истощения демографического дивиденда весьма остры, так что в ближайшие десятилетия население данного государства начнет сокращаться.



**Рис. 7.2.** Динамика доли населения трудоспособных возрастов в общей численности населения, 1950–2015 гг., со средним прогнозом ООН до 2100 г.

Источник: UN Population Division 2015.

На следующем графике (Рис. 7.3) мы можем сравнить средний возраст населения в развитых и развивающихся странах. В последних структура населения существенно более молодая, чем на Западе, однако общая тенденция старения населения в мире прослеживается во всех странах.

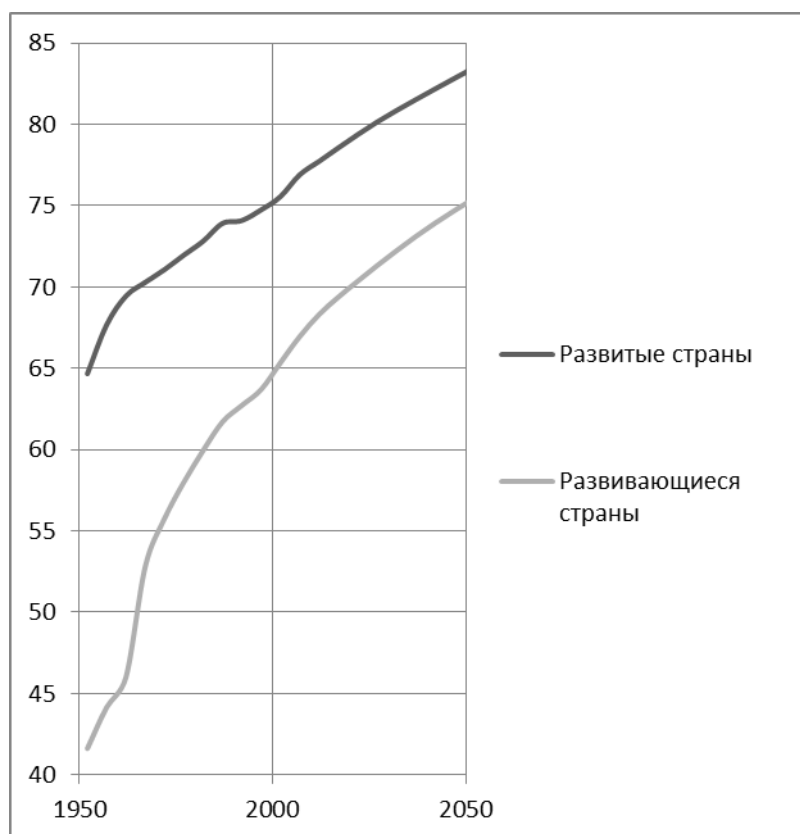


**Рис. 7.3.** Динамика медианного возраста продолжительности жизни при рождении (лет) в развитых и развивающихся странах, 1950–2015 гг., со средним прогнозом ООН до 2030 г.

Источник: UN Population Division 2015<sup>8</sup>.

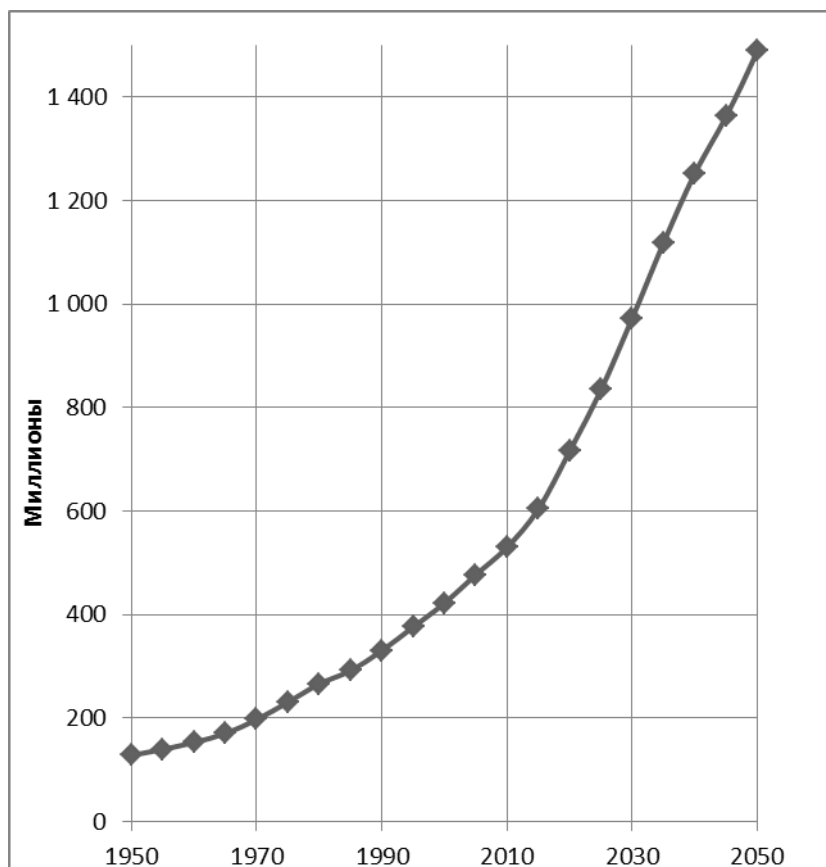
Следующие рисунки показывают рост пожилого и престарелого населения в мире; при этом мы видим беспрецедентное количество людей этих возрастов, даже если не учитывать возможные медицинские инновации (то есть при инерционном прогнозе ООН).

<sup>8</sup> Если медианный возраст населения данной страны составляет, например, 40 лет, это означает, что половина населения этой страны моложе 40 лет, а половина — старше.



**Рис. 7.4.** Динамика ожидаемой продолжительности жизни при рождении (лет) в развитых и развивающихся странах, 1950–2015 гг., со средним прогнозом ООН до 2050 г.

Источник: UN Population Division 2015.

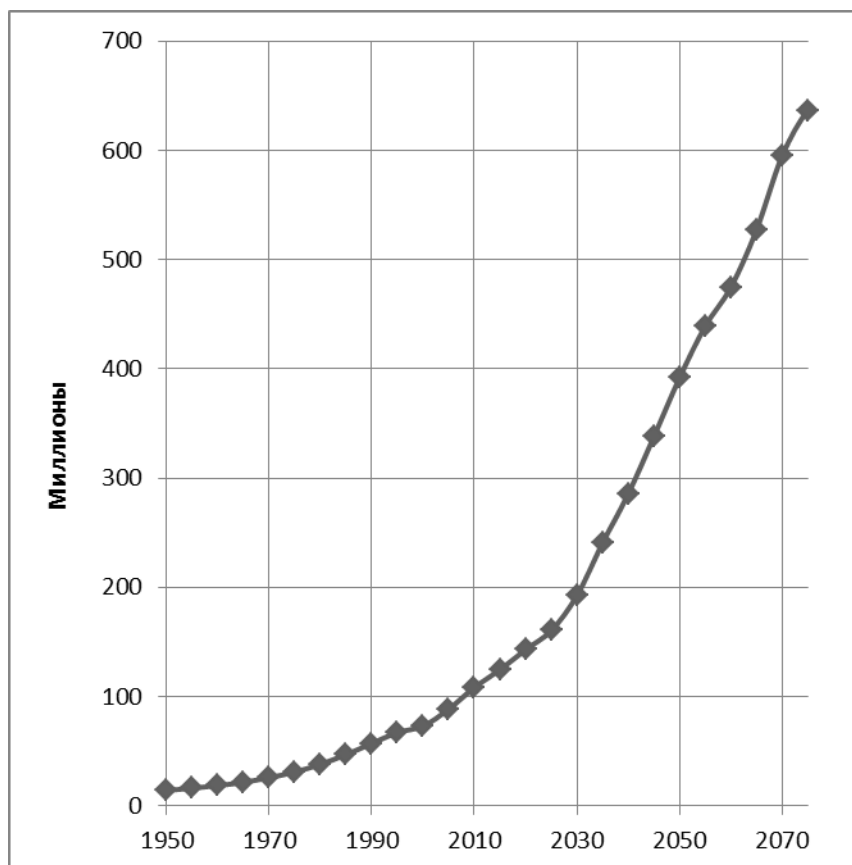


**Рис. 7.5.** Рост глобальной численности лиц пенсионного возраста (старше 65 лет), 1950–2015 гг., со средним прогнозом ООН до 2050 г.

Источник: UN Population Division 2015.

Оба графика на Рис. 7.4 и 7.5 показывают остроту нарастающей социальной проблемы, связанной с количеством пенсионеров и с тем, что одновременно численность людей трудоспособного возраста будет уменьшаться. При этом особенно быстрый рост глобальной численности лиц пенсионного возраста будет происходить именно в ближайшие 20 лет. За этот небольшой по историческим меркам срок их численность практически удвоится, увеличившись почти на 600 миллионов, а в целом заметно превысит миллиард человек. Таким образом, в свете данных прогнозов дата начала завершающей фазы кибернетической революции – 2030-е годы – приобретает новый смысл.

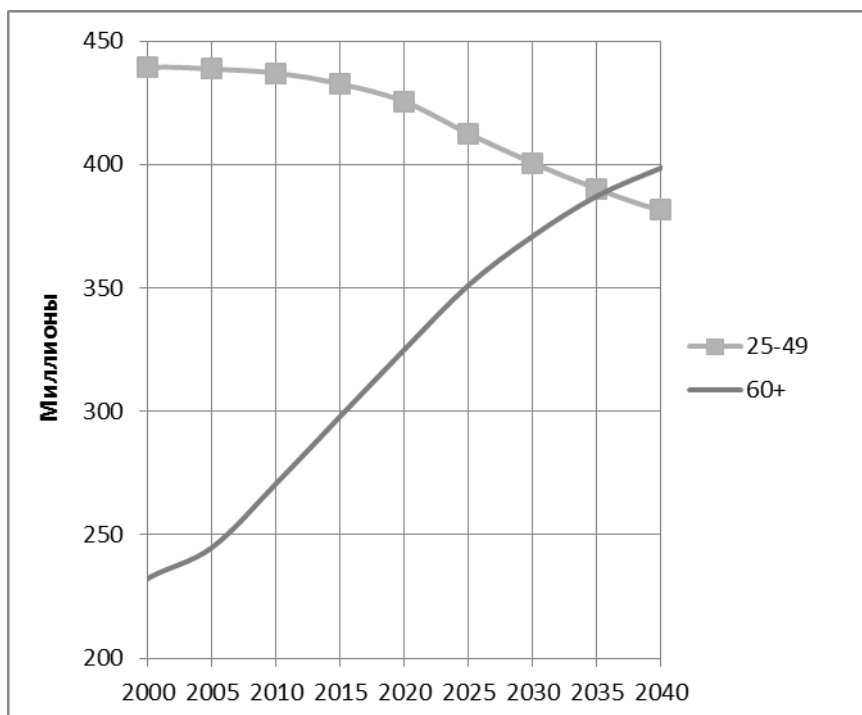
Еще более стремительное ускорение будет наблюдаться для глобальной численности лиц старше 80 лет. Если количество лиц пенсионного возраста к 2050 г. примерно удвоится, то количество пожилых людей старше 80 лет практически учетверится, по сравнению же с 1950 г. их численность к 2075 г. увеличится почти в 50 раз (см. Рис. 7.6).



**Рис. 7.6.** Рост глобальной численности особо пожилых людей (старше 80 лет), 1950–2015 гг., со средним прогнозом ООН до 2075 г.

Источник: UN Population Division 2015.

Понятно, что с особыми сложностями в ближайшие 20–30 лет столкнутся страны первого мира, где стремительное увеличение количества лиц пенсионных возрастов будет сопровождаться все ускоряющимся сокращением численности лиц активного трудоспособного возраста, и уже через 20 лет количество первых должна превысить численность последних (см. Рис. 7.6).



**Рис. 7.7.** Динамика численности лиц в активном трудоспособном возрасте (25–49 лет) и лиц пенсионных возрастов (старше 60 лет) в наиболее развитых странах мира, в миллионах человек, 2000–2015 гг., со средним прогнозом ООН на период до 2040 г.

Источник: UN Population Division 2015.

Как мы видим, количество пенсионеров на одного работающего будет увеличиваться, что предполагает риск падения уровня жизни и усиления конфликтности между поколениями. Нельзя забывать в этой связи и о том, что пожилое население будет представлять основную массу избирателей, тем самым заставляя политиков выполнять свою волю. Переход к такого рода геронтократии содержит множество других опасностей для общества, поскольку пожилые люди более склонны к консерватизму, что может снизить инновационность общества. Кроме того, пожилые люди менее склонны к покупкам дорогих вещей, новинок и недвижимости, а также к денежным накоплениям, что приведет к заметному изменению современной экономической модели, основанной на расширении конюмеризма. Старение населения, в частности в Японии, является одной из причин современной тенденции к дефляции (см. подробнее: Гринин, Коротаев 2014а; 2015б). Таким образом, старение населения и поиск решения проблемы обеспечения престарелых может запустить процесс изменения экономической модели, которая сегодня, по мнению все большего числа экономистов, зашла в тупик.

**Благоприятные социально-экономические предпосылки для начала завершающей фазы кибернетической революции в 2030-е гг. в области медицины.** Итак, суммируем те проблемы, которые вытекают из проанализирован-



ной демографической ситуации и достигнут высокой степени остроты к 2030-м гг.:

- к этому времени очень мощно проявится проблема старения населения. Причем в развитых странах, где она станет просто судьбоносной для демократий (в связи с тем, что основной электорат составят пожилые когорты, а также может усилиться конфликт поколений; см. об этом подробнее в *Заключении*). Но, повторим, проблема старения населения будет очень острой и в целом ряде развивающихся стран;

- обострится проблема пенсионных выплат (так как увеличится количество пенсионеров на одного работающего) и одновременно усилится дефицит рабочей силы, который уже имеется в ряде стран, в том числе и в России;

- одновременно существенно сократится рождаемость во многих развивающихся странах (во многих же – Китае, Иране, Таиланде и т. д. – она и так уже опустилась заметно ниже уровня простого замещения поколений); следовательно, правительства развивающихся стран начнут (и уже начинают) в основном беспокоиться не о решении вопроса ограничения роста населения, а о его здоровье.

Как можно будет решить эти проблемы? Понятно, что возможно некоторое перераспределением рабочей силы и капиталов между странами с дефицитом трудовых ресурсов и их избытком, что может дать определенный эффект<sup>9</sup>. Но ясно, что эти способы весьма ограничены. Так, увеличение количества эмигрантов в развитых странах приведет к размыванию ведущей этнокультурной основы общества, что уже сегодня вызывает серьезные проблемы. Безусловно, важным будет развитие трудосберегающих технологий, в частности робототехники. Это может смягчить дефицит рабочей силы, но, конечно, не решит проблемы недостатка средств, необходимых для выплаты пенсий и ухода за старыми и больными людьми<sup>10</sup>.

Остаются еще увеличение рабочего возраста (то есть возраста выхода на пенсию) и активная реабилитация инвалидов. Но при недостаточно здоровом населении этот путь крайне ограничен. Мы не говорим уже о политическом аспекте проблемы. Так, в России вопрос повышения пенсионного возраста безрезультатно дебатировался уже более десятилетия. Зато если получится существенно продвинуться в области новых медицинских и иных, связанных с медициной, технологий, которые позволят улучшить качество биологической жизни людей и ее продолжительность, то открывается гораздо более перспективный путь решения указанных проблем. Тогда в случае увеличения общей продолжительности

<sup>9</sup> В частности, мы предлагали создание некоей глобальной пенсионной системы с учетом указанной выше разницы в демографической структуре населения в развитых и развивающихся странах; потребности первых – в наличии трудоспособного населения, которое будет отчислять накопления в пенсионные фонды, потребности развивающихся стран – в притоке капитала и инвестиций. Но для этого необходимы изменение глобальной финансовой системы и гарантии сохранения долгосрочных накоплений (см. подробнее: Grinin, Korotayev 2010; Гринин, Коротаев 2015б).

<sup>10</sup> В будущем с помощью роботов и других самоуправляемых систем можно будет серьезно сократить численность персонала по уходу за престарелыми и беспомощными людьми и в целом расходы на это. Но до этого пока еще очень далеко, мы полагаем, что это путь, которым можно будет воспользоваться не ранее 2050-х гг.

жизни проблему нехватки рабочей силы и пенсионных отчислений можно будет решать за счет того, что люди физически смогут работать дольше на десять, пятнадцать и более лет (разумеется, здесь потребуются решить и сложные социальные проблемы). Сказанное касается и адаптации инвалидов для более полной их вовлеченности в трудовой процесс за счет новых технических средств и достижений медицины. Словом, *пожилые люди и инвалиды в возрастающей степени обеспечивали бы свое содержание сами.*

Это одна сторона вопроса, связанная с тем, что через некоторое время общество не сможет обеспечить пенсионерам и престарелым достойное существование, если не изменит современные тренды. А изменить их реальнее всего именно за счет прорыва в медицинских в широком смысле слова технологиях, при этом реальность данного прорыва в связи с указанной необходимостью становится существенно выше.

Но есть и другая сторона, связанная с тем, что суммы, которые различные слои и силы готовы потратить на медицину, будут постоянно увеличиваться в перспективе нескольких десятилетий. Во-первых, сами растущие когорты пожилых и престарелых людей все больше готовы платить за медицинскую помощь, как самостоятельно, так и через различные фонды. Отметим, что уже сегодня объем медицинских услуг в мире стал очень большим. Он составляет около 10 % мирового ВВП, а в ряде развитых стран и выше 10 %, например до 17 % в США (рассчитано по: World Bank 2015). Но в связи со старением населения эти объемы увеличатся весьма существенно<sup>11</sup>.

Во-вторых, к ним также будет присоединяться все больше людей из развивающихся стран. Ускоренное развитие данных государств, о котором шла речь выше (см. также Приложение 2), приведет к некоторому выравниванию уровней развития периферийных и развитых стран, сокращению бедности и неграмотности. В итоге акцент усилий в этих странах сместится от искоренения невыносимых условий жизни к проблемам повышения качества жизни, заботы о здоровье и т. п. Таким образом, открывается огромный потенциал для развития медицины. К тому же в этих странах в ближайшие десятилетия прогнозируется бурный рост среднего класса (NIC 2012). Все это означает резкое увеличение спроса на медицинские услуги.

В-третьих, правительства и различные организации вынуждены будут увеличивать расходы на здравоохранение.

Таким образом, рывку в области медицины в целом будет способствовать складывающаяся к 2030-м гг. очень благоприятная ситуация в экономике, демографии, культуре, уровне жизни и т. д., что определит огромную потребность в научно-технологическом рывке. Говоря *благоприятная*, мы не имеем в виду, что в экономике все будет замечательно, скорее наоборот, все будет не столь хо-

<sup>11</sup> Существуют исследования, в которых показано, что расходы на медицинское обслуживание пациентов 75–84-х лет оказываются почти в два раза выше, чем расходы на пациентов 65–74-х лет; расходы на пациентов возрастной группы 85+ по сравнению с последней возрастают более чем в три раза (Alemayehu, Warner 2004; Fuchs 1998). Стоимость домашнего ухода и краткосрочного пребывания в больнице также весьма существенно зависит от возрастной группы пациентов (Liang *et al.* 1996). Правда, в докладе ВОЗ (2013: 107) сформулирован вывод на основании специального исследования в пяти странах, что старение населения не должно привести к существенному росту затрат на оказание медико-санитарной помощи, однако это вызывает сомнение. Но в любом случае определенный рост затрат в связи со старением на медицину до 2030-х гг. будет иметь место даже согласно данному докладу ВОЗ.

рошо, как хотелось бы. Благоприятная обстановка сложится потому, что резервы и ресурсы для продолжения прежних тенденций будут исчерпаны, в то же время потребности как ныне развитых, так и приблизившихся к ним развивающихся обществ возрастут. Отсюда усилится поиск новых путей развития.

*Итак, для технологического рывка в области медицины и смежных с ней направлений накопятся гигантские финансовые средства, а именно: пенсионные деньги, объем которых будет увеличиваться быстрыми темпами; отчисления правительств на медицинские и социальные нужды, растущие траты стареющего населения на поддержание здоровья, а также на здоровье растущего мирового среднего класса. Все это способно обеспечить и первоначальные крупные расходы на инвестиции, высокую инвестиционную привлекательность данных венчурных проектов и долговременный весьма широкий спрос на инновационные продукты, то есть полный набор благоприятных условий для мощного технологического прорыва.*

\* \* \*

В следующей части книги мы рассмотрим технологии комплекса новых направлений, который мы условно назвали **МАНБРИК-технологиями** (см. § 1 настоящей главы) и который должен сложиться в завершающей фазе кибернетической революции<sup>12</sup>. Но рассмотрим с разной степенью обстоятельности (более подробно будут освещаться медицина, биотехнологии и нанотехнологии).

В целом мы будем по возможности придерживаться следующего плана: история развития отрасли и периодизация ее основных этапов; сопоставление данной периодизации и общей схемы развития кибернетической революции; основные достижения отрасли на начальной и средней фазах кибернетической революции; какие характеристики кибернетической революции и каким образом проявляются на разных фазах развития направления; прогнозы относительно ее развития и роли на завершающей фазе революции и зрелых этапах научно-кибернетического принципа производства; взаимосвязи отрасли с другими направлениями.

---

<sup>12</sup> Напомним, что МАНБРИК-технологии – это комплекс технологий, которые сыграют, по нашему мнению, ведущую роль в завершающей фазе кибернетической революции. МАНБРИК – это соответственно: медицинские, аддитивные технологии (3D-принтеры), нанотехнологии, биотехнологии, робототехника, информационные и когнитивные технологии. Но порядок букв в данной аббревиатуре, очевидно, не отражает наши представления о сравнительной важности направлений этого комплекса. Порядок букв в аббревиатуре связан с удобством произношения.

**Часть 3.**  
**МАНБРИК-ТЕХНОЛОГИИ**  
**В ГРЯДУЩЕЙ ЭПОХЕ**  
**САМОУПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ**  
**(2030–2070-е гг.)**



## **Глава 8. Медицина и медицинские технологии – прорыв к контролю над человеческим организмом<sup>\*</sup>**

### **8.1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНЫ В XIX–XX вв.**

Медицина – одна из древнейших отраслей человеческой деятельности, а ее развитие неразрывно связано с развитием самого человечества. Рост цивилизаций, населения, развитие технологий, необходимость оказывать помощь раненым во время войн – все это и многое другое способствовало развитию медицины, тем более что уже с древности медицинские услуги были одной из форм платных услуг.

К XIX в. практическая медицина освоила множество приемов, позволяющих точно распознавать болезни, а также выработала способы лечения ряда острых и хронических расстройств; многое было сделано в области практической гигиены и санитарии, что способствовало в XVIII в. уменьшению смертности и росту продолжительности жизни. По сути, начало в Европе демографической революции, которая мощно проявила себя в XIX в., было положено уже в XVIII в. (см., например: Armengaud 1976; Minghinton 1976: 85–89; Cipolla 1976a: 15; Вишневский 1976; 2005). В медицине и физиологии было совершено немало крупных открытий, начиная с открытия кровообращения У. Гарвеем в XVI в. Он же стал основоположником эмбриологии. Французский врач А. Паре создал первые научные основы хирургии.

Однако в качестве относительно зрелой научной дисциплины медицина сформировалась в Европе в XIX в. (до этого она носила описательный характер), когда не только был накоплен обширный материал, но и удалось избавиться от метафизических представлений. Медицина стала делиться на крупные ветви (хирургию, фармакологию, патологию и др.).

Произошел переворот в хирургии, благодаря которому лечение стало идти весьма успешно, а многие операции, которые прежде давали неблагоприятные результаты, стали намного безопаснее. Нельзя не отметить использование наркоза, что позволило значительно облегчить страдания больных и расширить возможности хирургов. Огромных успехов медики добились в области родовспоможения и акушерства. Значительного прогресса достигли и медико-биологические науки, такие как анатомия, физиология, позже – цитология.

С развитием науки и промышленности, быстрым ростом городов, изменением политики государства в области здоровья населения медицина становится важнейшей частью социальной жизни и существенной по объемам частью сферы услуг.

В период после завершения промышленной революции в медицине произошли очень серьезные изменения, в том числе благодаря тому, что государства

---

<sup>\*</sup> Часть 3 посвящена МАНБРИК-технологиям, то есть комплексу технологий, которые сыграют ведущую роль в завершающей фазе кибернетической революции. МАНБРИК – это соответственно: медицинские, аддитивные технологии (3D-принтеры), нанотехнологии, биотехнологии, робототехника, информационные и когнитивные технологии.

стали выделять на нее значительные средства. Развивается гигиена, благодаря чему в передовых цивилизованных странах исчезли многие заразные болезни или их число значительно сократилось. Кроме того, медицина всегда была чрезвычайно восприимчива к различным инновациям. Например, уже в 1896 г., то есть через год после открытия, рентгеновские лучи стали использоваться для диагностики переломов. Общий рост уровня жизни и образования также способствовал развитию медицинской отрасли и внедрению в нее новейших научных и технических достижений (например, электрических механизмов, химических средств и т. п.). В результате в XX в. медицина претерпела значительные изменения. Медицинские производства становились массовыми. С конца XIX в. все активнее происходил переход от изготовления лекарств в аптеках к их промышленному выпуску. Одним из первых начали производить аспирин, когда в 1874 г. удалось получить салициловую кислоту из фенола. В дальнейшем было разработано законодательство, регулирующее тестирование лекарств, сложился процесс их одобрения специальными органами, разделены рецептурные и безрецептурные лекарства.

В XX в. в центре внимания медиков оказались уже не столько массовые инфекционные заболевания, которые удалось победить методом вакцинации, сколько массовые хронические и дегенеративные заболевания, а также инфекции в результате ранений, простуды и т. п. Впервые удалось добиться прогресса в области переливания крови. Важной вехой в 1930-е гг. стало создание первых антимикробных препаратов – сульфаниламидов (стрептоцид, сульфидин и др.), которые произвели переворот в лечении заболеваний, вызванных микроорганизмами.

Большое значение приобрели научные исследования в области функционирования организма и механизмов заболеваний. Стали появляться научные медицинские институты, организовывались масштабные проекты, под эгидой которых объединялось множество специалистов (в отличие от предыдущих веков, когда медицинскими исследованиями занимались в основном врачи-одиночки или отдельные учреждения). Изменились также программы медицинского образования: введено изучение химии, физики, электроники, ядерной физики и генетики. Для XX в. характерно интенсивное развитие системы здравоохранения, производственной, судебной, военной и спортивной медицины, а также врачебных ассоциаций и медицинских страховых компаний. В целом в XX в. медицина начала обретать массовость и общую доступность, быстро росло число врачей, посещение которых стало обыденным делом.

Огромный толчок развитию медицинской науки и практической медицины дали мировые войны, во время которых правительства разных стран мобилизовали на медицинские цели огромные средства.

В целом в последние десятилетия XIX – первой половине XX в. развитие медицины шло по пути обеспечения эпидемиологической безопасности и устранения наиболее массовых причин смертности (связанных с заражением, болезнями, передаваемыми путем контакта, потерей крови и т. п., включая детскую и женскую смертность)<sup>1</sup>. Решив в целом эти проблемы, медицина смогла вклю-

---

<sup>1</sup> Однако, хотя и удалось добиться победы над многими массовыми смертельными заболеваниями (холера, желтая лихорадка, брюшной тиф, столбняк, полиомиелит, коклюш, корь, малярия, дифтерия и др.), во многих развивающихся странах с тропическим климатом и сегодня налицо высокая смертность от инфекционных за-

читься в кибернетическую революцию уже с новыми задачами: борьбы с болезнями старости и цивилизации, реабилитации и повышения качества жизни; развития специальной медицины.

## 8.2. МЕДИЦИНА НА НАЧАЛЬНОЙ ФАЗЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ (1950–1990-е гг.)

В начальной фазе кибернетической революции, с 1950-х гг., происходит радикальный подъем роли медицины как все более важной и быстрорастущей отрасли экономики и сферы услуг. *При этом рост медицинских услуг шел в общем процессе быстрого роста сферы услуг. Напомним, что сектор услуг по объему вклада в ВВП является ведущим в экономике развитых стран*<sup>2</sup>.

В течение начальной фазы кибернетической революции (1950–1990-е гг.) зарождаются новые направления медицины или достигают определенного уровня зрелости те, что зародились ранее. В этот период развиваются, например, электроэнцефалография, электросудорожная терапия, трансплантология, радиобиология, лучевая диагностика и лучевая терапия. Происходит активное использование электроники, лазеров, ультразвука и др. Значительных результатов удалось достичь в области снижения детской смертности, лечения бесплодия, геронтологии, психиатрии, развития методов контрацепции, пересадки органов и создания искусственных органов, смены пола, пластических операций и т. д. Медицина стала делиться на многочисленные отрасли. В настоящий момент, например, только в плане выделения подотраслей для классификации при защите диссертаций существует почти 70 подотраслей медицины или смежных с ней дисциплин. Среди них много новых, таких как, например, биомеханика, биофизика, трансплантология и искусственные органы, аллергология, спортивная, космическая и другие. Фактически же отраслей медицины (и смежных отраслей) существенно больше, чем в классификаторе, поскольку не все новые отрасли уже получили соответствующий статус. В целом благодаря медицине в ряде случаев улучшилась управляемость человеческим организмом.

Стоит дополнительно сказать о важных достижениях в области иммунологии. В 1940 г. К. Ландштейнером и А. Винером было сделано открытие резус-фактора – второй по значимости антигенной системы, играющей важную роль в иммуногематологии. Практически с этого момента во всех странах стали интенсивно изучать антигенный состав крови человека. Кроме уже известных эритроцитарных антигенов, в 1953 г. были открыты тромбоцитарные антигены, в 1954 г. – лейкоцитарные, а в 1956 г. выявлены антигенные различия глобулинов крови. Во второй половине XX в. были разработаны способы консервирования крови, внедрены в практику препараты направленного действия, полученные методом фракционирования крови и плазмы. В это же время началась интенсивная работа

---

болеваний, лихорадок. При этом снижению смертности могут способствовать относительно несложные меры. Так, например, в докладе ВОЗ (2013) говорится, что надкроватные сетки (от москитов) способствуют снижению детской смертности. Обследования, проведенные в 22 африканских странах, показали, что наличие в семье по меньшей мере одной обработанной инсектицидом противомоскитной сетки связано со снижением на 13–31 % смертности детей в возрасте до пяти лет (Там же).

<sup>2</sup> Впервые этот факт сделал центральным в своей теории Д. Белл, который отметил, что в США в 1950–1970-е гг. произошел переход от преимущественного выпуска товаров к преимущественному оказанию услуг (Bell 1973; Белл 1999; Hartwell 1976). Далее из сектора услуг стал выделяться быстро растущий сектор сложных и квалифицированных услуг (см. подробнее в *Приложении 2*; см. также: Гринин 2012б). Важную часть этих услуг составляют медицинские.



по созданию кровезаменителей. Благодаря успехам химической науки появилась возможность синтезировать соединения, моделирующие отдельные компоненты плазмы и форменные элементы крови, возник вопрос о создании искусственной крови и плазмы.

Чтобы лучше понять, какие прорывы происходили в медицине в течение начальной фазы кибернетической революции, имеет смысл обратиться также к самой престижной научной награде. В период с 1930-х по 1980-е гг. Нобелевские премии получили авторы открытий в области витаминов, гормонов, антибиотиков, нервной регуляции, ферментов. Все эти открытия быстро стали применяться в фармакологии. После 1958 г. Нобелевские премии начали получать в основном исследователи в области генома.

## **8.2. МЕДИЦИНА НА МОДЕРНИЗАЦИОННОЙ ФАЗЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ (1990–2020-е гг.)**

**Общие изменения.** Начиная с 1990-х гг. и по настоящее время медицина находится в модернизационной фазе кибернетической революции. Отрасль при этом активно компьютеризируется, особенно в области диагностики, создаются различные автоматические системы управления дыханием, снабжением организма питательными веществами, артериальным давлением, работой некоторых внутренних органов и т. п. Идет стремительное распространение медицинских услуг и препаратов. Активно развиваются направления, зародившиеся ранее. Например, основы таких сложных современных методов диагностики, как компьютерная томография, ядерно-магнитно-резонансная интроскопия, рентгенофлюоресцентный анализ и ряд других (Мирский 2010: 19), появились еще в предшествующие десятилетия (1970–1980-е гг.). В настоящее время в использовании этих методов достигнуты значительные успехи. Как уже сказано, появляются все новые отрасли медицины, среди не упомянутых такие как ударно-волновая терапия, борьба с повышенным холестерином. Отдельно стоит упомянуть исследование стволовых клеток и регеративную медицину (Regenerative Medicine 2006), опирающуюся на возможности целого ряда смежных с медициной отраслей, в том числе биотехнологии, биоинженерии, а также технической инженерии. Активно развиваются направления, зародившиеся ранее, в частности связанные с искусственным оплодотворением, сохранением беременности, принятием родов<sup>3</sup> и т. д.

Разрабатывается огромное количество медицинских препаратов, которые становятся более доступными и дешевыми. Развиваются новые направления хирургии, пересадка органов и замена отдельных участков тела на искусственные<sup>4</sup>, новые методы диагностики заболеваний, восстановительная медицина и т. п.

*Борьба с неизлечимыми заболеваниями* – важнейшее направление медицины. По данным ВОЗ, в мире наиболее частыми заболеваниями, приводящими к ле-

<sup>3</sup> Роды благодаря новым технологиям проходят не столь болезненно, не так портят фигуру женщины и в целом все более отдаляются от естественного протекания этого процесса. С помощью стимуляторов роды происходят в определенно назначенный день, становятся популярными роды оперативным методом во избежание лишних нагрузок и травмирования матери. Например, в 1950-е гг. в клиниках Франции операцию кесарева сечения делали в 1 % всех родов. В наши дни в КНР, например, путем кесарева сечения рождает каждая вторая женщина, а в Бразилии – более 50 % (в Рио-де-Жанейро – 80 %).

<sup>4</sup> Так, проблему замены закупоренных артерий отчасти помогло решить применение искусственных сосудов, созданных американскими учеными в 1990-х гг. Изготовленные на основе коллагена, они расширяются и сужаются, как настоящие, управляя потоком крови, идущей к сердцу (Грицак 2003).

тальному исходу, на 2012-й г. являлись сердечно-сосудистые заболевания; заболевания дыхательных путей; ВИЧ/СПИД; диарейные заболевания (WHO 2014). В развивающихся странах до недавнего времени в связи с худшими условиями жизни, слабым развитием медицины, более молодым населением большую долю занимали инфекционные заболевания. В развитых странах уже длительное время наиболее распространена смертность от ишемической болезни сердца (12–15 %), инсульта и других цереброваскулярных болезней (8,7 %), раковых заболеваний трахеи, бронхов и легких (5,9 %), а в целом смертность от онкологических заболеваний в развитых странах приближается к смертности от ишемической болезни сердца.

Однако в 2012 г., как отмечается в докладе ВОЗ 2013 года, неинфекционные заболевания стали важнейшей причиной смертности также в средне- и слаборазвитых странах. В целом в мире сердечно-сосудистые заболевания стали наиболее распространенной причиной смертности от НИЗ (неинфекционных заболеваний): на их долю пришлось 17,5 млн смертей (46 % от всех смертей, вызванных НИЗ). Из них около 7,4 млн смертей были вызваны инфарктом, а 6,7 миллиона – инсультом (ВОЗ 2014: IX). Если на долю НИЗ приходилось две трети от 57 млн ежегодных смертей во всем мире, то из этих двух третей 80 % смертей (то есть 53 % от общей смертности) приходилось на страны с низким и средним уровнем доходов (ВОЗ 2013: 91)<sup>5</sup>. При этом прогнозируется рост смертности от НИЗ (Там же). Таким образом, болезни старости (неинфекционные) стали доминировать не только в развитых, но и во многих развивающихся странах.

Начиная с 1980–1990-х гг. делаются заметные успехи в области борьбы с наиболее частыми причинами смертности – инфарктом, инсультом, а также с редкими и сложными заболеваниями, в том числе наследственными.

Отличительной чертой современной медицинской науки является ее «биологизация»: широкое применение подходов, базирующихся на методах молекулярной и клеточной биологии. Возникло новое перспективное направление – биомедицина (см. подробнее, например: Стратегия... 2013). Отметим, что рост значения медицины проявляется также в феномене медикализации. Он выражается в том, что многие аспекты проявления человеческого поведения (особенно девиантного) и психики, которые ранее никак не связывались с медициной, начинают описываться в медицинских терминах и требовать медицинского наблюдения и вмешательства (см. подробнее: Юдин 2008). Медикализация, разумеется, активно поддерживается фармакологией и другими заинтересованными корпорациями (см., например: Фукуяма 2004: гл. 3). Кроме того, налицо и стремление тех, кто отмечается медициной как имеющий ту или иную вновь открытую «болезнь», получить соответствующие льготы и привилегии. Таким образом, социальная и политическая роль медицины в этом плане интенсивно растет. Отметим также, что все более распространяются практики изменения тех или иных характеристик человека (от формы носа до выбора пола).

**Подготовка к завершающей фазе кибернетической революции.** Как уже сказано, в настоящий момент наиболее заметным трендом является усовершен-

<sup>5</sup> В отношении всех смертельных случаев в 2012 г. статистика была следующей: ишемическая болезнь сердца – 13,2 %, инсульт – 11,9 %; заболевания дыхательных путей – 11,1 %, рак трахеи, бронхов и легких – 2,9 %, ВИЧ/СПИД – 2,7 %, диарейные заболевания – 2,7 % (WHO 2014).

ствование инноваций, многочисленные улучшающие (к базовым) инновации, автоматизация многочисленных процессов и т. п. В то же время в медицине зреют прорывные инновации, которые станут ощутимыми через два-три десятилетия (а некоторые и ранее). Сегодня медицина неразрывно связана с биотехнологиями через фармацевтику, генные технологии, новые материалы и многое другое.

**Распространение инноваций.** Современный этап является этапом массового распространения инноваций, накопленных за последние десятилетия, поскольку большинство новых технологий построены на улучшении ранее сделанных открытий и изобретений. В этот период также возникли и продолжают появляться многочисленные улучшения и модификации уже созданных технологий, что значительно способствует их популяризации, удешевлению и распространению. Налицо также автоматизация разных процессов и синтез различных новых методов (а мы уже отмечали, что медицина имеет огромные перспективы именно в плане интеграции и синтеза разных направлений). С. В. Петров (2010: гл. 1), указывает, что современный период развития хирургии в начале XXI в. можно назвать периодом технологическим. Это связано с тем, что прогресс хирургии в последнее время определяется не столько развитием каких-то анатомо-физиологических представлений или улучшением мануальных хирургических способностей, сколько более совершенным техническим обеспечением, мощной фармакологической поддержкой. Кроме того, темп внедрения инноваций в разных областях медицины, в том числе хирургии, очень высок, и то, что еще вчера казалось новым и публиковалось только в специализированных журналах, сегодня становится рутинной, повседневной работой. Такая быстрота внедрения также является характерной для модернизационной фазы производственной революции.

**Хирургия.** «Каковы же самые яркие достижения современной хирургии?» – задают вопрос авторы учебника (Там же). По их мнению, таковыми являются следующие.

*Трансплантология.* Выполняя даже самые сложные хирургические манипуляции, не во всех случаях удается восстановить функции органа. И хирургия пошла дальше – пораженный орган можно заменить. В настоящее время успешно пересаживают сердце, легкие, печень и другие органы, а операция трансплантации почки стала совсем обычной. Подобные операции еще несколько десятков лет назад казались немыслимыми. И дело здесь не в проблемах с хирургической техникой выполнения вмешательств. Трансплантология – огромная индустрия. Для того чтобы пересадить орган, нужно решить вопросы донорства, консервации органов, иммунологической совместимости и иммуносупрессии. Особую роль играют анестезиология, реаниматология и трансфузиология (о трансплантологии см. также далее).

*Кардиохирургия.* Разве можно было раньше представить, что сердце, работа которого всегда ассоциировалась с жизнью человека, можно искусственно остановить, исправить внутри него разнообразные дефекты (заменить или видоизменить клапан, ушить дефект межжелудочковой перегородки, создать аортокоронарные шунты для улучшения кровоснабжения миокарда), а затем вновь его запустить? Сейчас такие операции выполняют повсеместно и с весьма удовлетворительными результатами. Но для их проведения необходима хорошо отла-

женная система технического обеспечения. Вместо сердца, пока оно остановлено, функционирует аппарат искусственного кровообращения, не только перегоняющий кровь, но и обогащающий ее кислородом. Нужны специальные инструменты, качественные мониторы, следящие за работой сердца и организма в целом, аппараты для длительной ИВЛ и многое другое. Все эти проблемы принципиально решены.

*Сосудистая хирургия и микрохирургия.* Развитие оптической техники и применение специальных микрохирургических инструментов позволили реконструировать тончайшие кровеносные и лимфатические сосуды, сшивать нервы. Стало возможным пришить (реплантировать) отсеченную в результате несчастного случая конечность или ее часть с полным восстановлением функций. Метод интересен еще и потому, что он позволяет брать участок кожи или какого-то органа (кишки, например) и использовать в качестве пластического материала, соединив его сосуды с артериями и венами в соответствующей области.

*Эндовидеохирургия и другие методы малоинвазивной хирургии.* Используя специальную технику, можно проводить довольно сложные операции под контролем видеокамеры без выполнения традиционных хирургических разрезов. Так, можно осмотреть полости и органы изнутри, удалить полипы, конкременты, а иногда и целые органы (червеобразный отросток, желчный пузырь и др.). Без большого разреза через специальные узкие катетеры можно изнутри сосуда восстановить его проходимость, а в ряде случаев, например при аневризме, перекрыть сосуд – эмболизировать (эндоваскулярная хирургия). Под контролем ультразвука можно выполнить дренирование кист, абсцессов и полостей. Применение подобных методов значительно уменьшает травматичность хирургического вмешательства (об этом см. ниже). Больные встают с операционного стола практически здоровыми, быстро и легко проходит послеоперационная реабилитация.

**Эстетическая и коррекционная медицина. Все дальше по пути вмешательства в человеческий организм.** Стремительно развивается эстетическая и косметическая медицина, главной задачей которой является коррекция недостатков и дефектов внешности, а также повышение привлекательности людей. Развитие этих направлений связано с ростом уровня жизни, когда люди тратят все больше денег на уход за собой, и соответственно высокой прибыльностью. Во всем мире делаются многие миллионы пластических операций, однако лидирует по их числу на душу населения, по некоторым данным, даже не США (у них шестое место), а Корея (Капоситас б. г.). При этом в странах Восточной Азии распространена операция по приданию глазам «западной» формы. По данным *Forbes*, всемирный рынок косметической и эстетической медицины оценивается в 180 млрд долларов (Жохова 2011). Современные достижения помогают изменить форму различных частей лица и тела, избавиться от морщин, обеспечить омоложение кожи лица и тела, убрать лишний жир (так называемая липосакция), имплантировать зубы, пересадить волосы и т. д. Одним из высших достижений пластических хирургов является пересадка лица. Первая операция по пересадке лица была проведена во Франции в 2005 г. пациентке, которая пострадала от укусов собственной собаки. Очень сложная операция была успешно проведена в марте 2012 г. В результате труда врачей в Университете Мэриленда 37-летний Ричард Норрис получил новое лицо – в том числе челюсть, зубы и язык.

Можно предполагать, что коррекционная, косметическая, эстетическая медицина в течение двух следующих десятилетий получит бурное развитие (хотя

это может вызвать довольно серьезные психологические проблемы, в том числе связанные с самоидентификацией личности). Дополнительно этому будет способствовать рост мирового среднего класса. Как мы уже отмечали, чем богаче общество, тем большую часть своего бюджета его граждане тратят на собственные здоровье и красоту. Вероятно, важнейшей задачей коррекционной медицины будущего станет исправление врожденных и приобретенных пороков организма и внешности, когда будут созданы новые технологии на базе достижений хирургии и геной инженерии.

**Место медицины в экономике.** Важно заметить, что медицина в целом (то есть с учетом государственных и частных расходов) оказывает все более заметное влияние на объем ВВП. Распространение медицинских технологий – дорогостоящий процесс. Несмотря на это, происходит неуклонный рост средств, выделяемых государством на медицину. Пока в целом их рост сравним с темпом роста ВВП.

Так, по данным Мирового банка, с 1995 по 2010 г. расходы на медицину на каждого жителя Земли выросли вдвое – с 454 долларов в год до 950 долларов при довольно заметном росте населения (World Bank 2012b), ВВП на душу населения также вырос почти вдвое – с 5200 до 10 000 долларов на человека (World Bank 2012a). Однако в развитых странах расходы на медицину растут опережающими темпами. Согласно данным по странам ОБСЕ, они уже выросли более чем вдвое на человека, соответственно в 1995 г. – 2102 доллара, а в 2010 г. – 4364 доллара, тогда как рост ВВП на душу населения в 1995 г. составлял около 22 000 долларов США, а в 2010 г. – около 37 000 долларов (*Ibid.*).

С учетом, с одной стороны, того, что расходы на медицину в развивающихся странах на одного жителя в 10–20 раз меньше, чем в развитых, а с другой – прогнозируемого более быстрого темпа роста ВВП в развивающихся странах и ожидаемого быстрого формирования там среднего класса, можно предположить, что в целом расходы на медицину в третьем мире будут расти опережающими по сравнению с развитыми странами темпами (подробнее об этом см. ниже).

Старение населения, о котором шла речь в предыдущей главе, совокупно с ростом благосостояния приведут к тому, что расходы на медицину будут опережать общий рост ВВП. И данная тенденция усилится. Об этом говорит и тот факт, что даже в периоды незначительного роста ВВП расходы на медицину увеличиваются достаточно быстро. В частности, в странах ОЭСР за период кризиса 2008–2010 гг. рост ВВП на душу населения составил всего 3 % (соответственно в 2007 г. – 35 855 долларов, в 2010 г. – 36 994 доллара), а рост медицинских расходов на одного человека вырос на 13 % (соответственно в 2007 г. – 3858 долларов, а в 2010 г. – 4364 доллара [рассчитано по: *Ibid.*]). Уровень развития медицины также значительно влияет на такой популярный показатель благополучия страны, как индекс человеческого развития.

Вклад медицины в экономику также является существенным. В развитых странах значительная часть населения работает в этой сфере. Например, в Германии количество работников медицинского сектора составляет 22 % от всего числа трудоустроенных людей. В то время как, например, доля занятых в автомобильной промышленности ФРГ по этому показателю составляет 2,3 % (Nefiodow L., Nefiodow S. 2014a).

### **8.3. МЕДИЦИНА В БЛИЖАЙШЕМ БУДУЩЕМ. ДВА ДЕСЯТИЛЕТИЯ ДО НАЧАЛА ЗАВЕРШАЮЩЕЙ ФАЗЫ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

**Общие идеи.** С учетом быстрого старения населения потенциальная опасность болезней старости будет возрастать. Тенденция сегодня такова, что по мере роста продолжительности жизни именно онкологические и сердечно-сосудистые заболевания выходят на первое место. И, по прогнозам, смертность от них будет расти. Так, согласно «Всемирному докладу о раковых заболеваниях 2014», за ближайшие 20 лет число новых случаев заболевания возрастет примерно на 70 % (ВОЗ 2015б). Поэтому важнейшей задачей медицины будет борьба с онкологией и другими недугами старости. В плане борьбы с онкологическими заболеваниями есть позитивные изменения, связанные с возможностью раннего диагностирования и роста процента излечения (о них еще будет сказано ниже), однако в решении этой проблемы пока нет кардинальных перемен. Не исключено, что и к 2030-м гг. еще не сумеют победить рак. По-видимому, для этого требуются очень значительные сдвиги в разных областях биотехнологии и медицины (см., например: Медиавилья 2015). Зато сама победа может стать мощным импульсом для перехода медицины в целом на качественно новый уровень.

Сложность борьбы с неизлечимыми заболеваниями и болезнями старости, связанная с необходимостью влиять на общие клеточные процессы в организме, потребность в качественно новой диагностике и постоянном мониторинге процессов внутри организма (в том числе на микроуровне), рост стоимости лечения вместе с ростом обязательств общества и государства в этом плане, а также демографические процессы старения населения – это и многое другое должно привести к новым решениям в области медицины (что и даст импульс для начала завершающей фазы кибернетической революции). Как мы увидим из следующего раздела, двигаться по прежним траекториям уже становится затруднительно.

**Разработка новых лекарственных препаратов. Проблемы фармацевтики и поиски путей выхода.** Одним из критериев оценки развития медицины является производство медикаментов, которое в настоящее время достигло невиданного уровня (об этом пойдет речь в следующей главе). Однако вместе со значительными успехами наметился и определенный кризис в фармацевтике и фармакологии, связанный с рядом причин. Во-первых, разработка новых эффективных лекарств и препаратов стала очень долгим и дорогостоящим делом (цикл разработки и внедрения одного лекарства занимает до 15 лет и стоит до 3 млрд долларов). Во-вторых, очень жесткий контроль со стороны государственных органов делает этот процесс еще сложнее. В-третьих, компании, естественно, стремятся окупить расходы, делая по возможности лекарства наиболее массового применения. Но эффективность новых препаратов оказывается не столь высокой, многим пациентам они не помогают, а ущерб от неправильно подобранных лекарств огромен. Наметилась тенденция к тому, что люди, часто неоправданно, используют слишком много лекарств. Реклама также побуждает людей потреблять их как можно больше. Между тем лекарства в таком объеме далеко не всегда нужны, не говоря уже о том, что они всегда имеют побочные эффекты.

Таким образом, в целом наметился определенный тупик на пути прогресса фармацевтики. Одна из главных причин в том, что в современной фармацевтике

слабо развивается такое важнейшее направление кибернетической революции, как индивидуализация/персонализация. Эта отрасль еще не сошла с рельсов массового производства (чему мешает общая организация фармацевтического производства, монополизация и гигантомания). Ряд исследователей (и мы с ними согласны) видят путь выхода из кризиса именно в направлении персонализации. Этим проблемам посвящен параграф в следующей главе.

**Движение к управляемости систем и минимизации вмешательства.** Рост управляемости систем налицо в разных областях медицины. Некоторые из этих систем уже достигли стадии, близкой к настоящей самоуправляемости, к примеру, системы поддержки жизнедеятельности, искусственные органы. Другие системы находятся на пути к самоуправляемости, при этом неразрывно сочетаясь с минимизацией травмирования пациента и все более «умными» инструментами. В хирургии, например, развивается оперирование с помощью специальных гибких инструментов, с помощью которых можно проникнуть в самые труднодоступные места организма без значительных надрезов внутренней полости. При этом во время операций используются эндоскопы и видеокамеры, при помощи которых изображение передается на монитор со значительным увеличением. Для решения проблемы дрожания человеческих рук применяются специальные установки, заменяющие руку хирурга. Управляя ими, врач контролирует самые мелкие движения инструмента (в том числе лазера или ультразвука). Все активнее в хирургии и других областях медицины применяются роботы (см. об этом дальше). Дело идет к тому, что в относительно скором времени немало операций будет осуществляться без участия хирурга. В 2011 г. прошла первая в мире операция по пересадке поджелудочной железы, полностью проведенная роботом da Vinci SHDI.

#### **8.4. ИЗМЕНЕНИЯ В ХОДЕ ЗАВЕРШАЮЩЕЙ ФАЗЫ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

В течение завершающей фазы кибернетической революции начнется переворот в медицине. Важно понять, что изменения в разных областях медицины будут проходить неодновременно и весьма неровно: это будет зависеть от многих вещей, в значительной мере от консерватизма структур и областей, а также от действий организаций медиков, которые при угрозе потери части своего влияния или благополучия могут вести себя неоднозначно. Но рано или поздно инновации, конечно, начнут распространяться в самых разных областях медицины и смежных с ней.

Глубокие изменения будут, в частности, связаны с созданием систем, с помощью которых мониторинг состояния здоровья, поддержания организма в нужном состоянии и лечение будут в значительной мере осуществляться автономными системами, которые смогут функционировать в регулярном или даже постоянном режиме. Кроме того, активно продолжится выравнивание условий для пациентов в связи с возможностью стандартизации медицины (за счет более равного доступа к ресурсам) и работы при помощи удаленного доступа (то есть уровень услуг будет в меньшей степени зависеть от квалификации медицинского персонала в конкретном месте, чем теперь). Разовьются идеи единой системы контроля над болезнью (см. в *Главе 9*), точнее, даже над комплексом болезней.

Произойдет рывок в области борьбы с неизлечимыми заболеваниями, но главное – в области повышения качества жизни и продления трудоспособного возраста. Медицина также будет развиваться по пути: а) профилактики и пропаганды заболеваний, возникающих в процессе жизнедеятельности; б) возможности контролировать процессы жизнедеятельности и сокращать отклонения организма от нормы; в) максимального учета индивидуальных особенностей организма.

#### **8.4.1. Развитие характеристик кибернетической революции**

**Создание и синтез новых материалов и систем, переход на более фундаментальные уровни управления, усложнение взаимодействия с окружающей средой и другие характеристики.** Даже объем монографии не позволяет системно описать все возможные изменения в соответствии со всеми вышеперечисленными характеристиками и трендами кибернетической революции. Однако в отношении некоторых из них, вероятно, этого и не требуется. Очевиден рост объемов и сложности переработки информации в будущих системах, которые начнут получать данные едва ли не от отдельных клеток. Понятно, что обратная связь между внешней средой в отношении систем (равно как и между ее собственными центрами и периферийными устройствами) усилится и усложнится на порядок. Ниже мы будем постоянно приводить примеры тех или иных «умных» технологий, которые уже имеются и могут появиться. Медицина, как и другие инновационные направления (и благодаря им), все активнее работает на микро- и даже уже наноуровне, влияя на все более фундаментальные элементы (влияние идет реально на клеточном и внутриклеточном уровнях в разных тканях, не говоря уже о геной инженерии).

Медицина (особенно ее новейшие области) дает множество примеров синтеза материалов и характеристик систем разной природы (например, живой и неживой). Биосенсоры, в частности, позволяют преобразовывать биологическую энергию в электрическую, в нейроинтерфейсах возникает эффект преобразования мозгового импульса в энергию мышц, благодаря чему силой мысли инвалид может двигать протезом. Другие способы использования имплантатов (созданных из биологических и небιологических материалов), таких как микрочипы, микрорезервуары, микронасосы и др., также разнообразны. Эти конструкции составляют основу микроимплантируемых устройств, управляемых по протоколам беспроводной связи с помощью внешних приспособлений. Основное их назначение – длительное микродозирование лекарственных средств у людей с хроническими или опасными болезнями (в том числе с ВИЧ-инфекцией) с низкой приверженностью к лечению (то есть с низкой степенью соответствия поведения пациента рекомендациям врача). Ожидается, что решение этой проблемы позволит добиться снижения риска смерти и возникновения жизнеугрожающих осложнений у большего числа людей (Сайгитов 2015). Таким образом, вполне отчетливо просматривается движение в сторону создания транскибернетических самоуправляемых систем (соединяющих в себе разные типы материалов, энергии и разные принципы действия).

Наконец, медицина вкүпе со смежными направлениями постоянно являет примеры развития такого важного направления кибернетической революции,



как создание искусственных веществ и материалов с новыми, неизвестными ранее свойствами. Мы это увидим, в частности, на примере искусственного иммунитета и искусственных органов, но вообще каждое принципиально новое лекарство по определению относится к данному направлению.

В данном параграфе мы остановимся только на некоторых (крайне важных для понимания будущих тенденций) характеристиках кибернетической революции. При этом, чтобы не повторяться, часть относящегося к данным разделам материала будет изложена в следующих параграфах и главах.

**Управляемость и контролируемость систем, а также элементы самоуправляемости** проявляются во многих областях медицины. Вполне наглядно управляемость может проявиться в том, что курс лечения, операции и последующая реабилитация будут находиться под все более полным контролем полуавтономных и автономных систем. Звено за звеном отдельные функции, процедуры и фазы процесса лечения станут возможным отдавать под наблюдение тех или иных специальных аппаратов, систем, роботов и т. п., пока процесс лечения заболеваний от начала до конца не будет проходить под контролем сложных систем. Это одно из важнейших направлений, которое будет реализовываться в течение 2030–2050-х гг.

Другое проявление управляемости будет основано на влиянии на некоторые системы, а также на ключевые факторы и элементы процессов человеческого организма (через нужные белковые соединения, клетки, антитела, активизацию иммунной системы и т. п.). Другими словами, лечение станет более направленным, а также более локализованным (точечным). Возможности использования управляемой гибели клеток (на базе явления апоптоза), о которых будет сказано в следующем параграфе, могут служить ярким примером такого способа влияния на систему. Суть еще одной инновационной технологии в области так называемой оптогенетики (кстати, еще одной новой области) заключается в том, что в геном встраивают фрагмент ДНК, который кодирует особые мембранные белки. Эти белки под воздействием света (из источника, непосредственно подведенного к ткани мозга, либо путем чрезкостного свечения) могут открываться, создавая ток ионов внутрь клетки. Это ведет к ее активации (Сайгитов 2015). Данный пример (инициации нужного процесса путем контролируемого сигнала) хорошо демонстрирует разнообразие возможностей для создания различных управляющих технологий, которые перерастают в возможность формирования и распространения самоуправляемых технологий.

А вот пример «умной» технологии, которая, будучи внедренной, заставляет систему работать нужным образом (исправляя биологическую систему так, чтобы она в нужное время работала, как требуется). Как мы уже говорили, 3D-принтеры сейчас используются во многих сферах (даже в аэрокосмической промышленности). Работают с этими системами и в медицине. Прошла информация о распечатанном на таком принтере участке трахеи, который может изменять форму одновременно с ростом ребенка. На момент публикации информации эта технология уже спасла жизни троим малышам, у которых наблюдались проблемы с дыхательными путями. Причем эти проблемы угрожали жизни детей. Технология создания деталей, которые могут расти вместе с организмом ребенка, – важное достижение медицины. Первый ребенок получил такой имплантат три года назад, и кусочек пластика помог маленькому человеку выздороветь. Речь идет о разновидности трахейной бронхомаляции – относительно

редком заболевании, которое приводит к «схлопыванию» дыхательных путей и, соответственно, смерти ребенка. Это заболевание наблюдается у 1 из 2000 детей. Обычно дети перерастают заболевание, достигая трехлетнего возраста. Но в серьезных случаях до трех лет ребенок просто не доживает. Один ребенок не только не мог нормально дышать, но и не был способен принимать пищу. Если бы не врачи, малыш умер бы через несколько дней. Для того чтобы создать имплантат, исследователи внимательно изучали изображения трахей пациентов с последующим моделированием необходимого участка. Сам имплантат создавался по технологии лазерного спекания, при этом на его создание уходило 1–3 дня. Стоимость материала – всего 10 долларов за штуку. Поскольку имплантат не замкнут, пластик давал расширяться трахее по мере роста ребенка. Все три проведенные операции закончились успешно (Morrison *et al.* 2015; см. также: Галайко 2015).

Третье направление может быть связано с развитием системы мониторинга состояния организма, что позволит проводить профилактику болезней и их раннюю диагностику. Все это также обеспечит процесс управляемости лечением. Мониторинг может быть обеспечен использованием биосенсоров и биочипов (технологии, связанные между собой и не всегда легко разводимые).

**Биосенсоры** – очень перспективное направление медицины и одновременно хороший пример развития в сторону самоуправляемых систем (за счет множества «умных» технологий, соединенных в единую систему), а также и пример индивидуализации. Биосенсоры – это электронные регистрирующие устройства, которые состоят из биологических систем распознавания веществ (включающих различные биохимические маркеры, а также ферменты, клетки, антитела и т. п. [Vo-Dinh *et al.* 2001; Rusmini *et al.* 2007]). Эти системы часто называют также биорецепторами или трансдусерами (то есть приемниками, датчиками) (Ferrari 2006). Биосенсоры способны трансформировать биологическую энергию в электрическую. Таким образом, биосенсорная технология сочетает в себе достижения биологии и современной микроэлектроники. И это один из важнейших способов объединения в единую систему технических и биологических элементов будущих самоуправляемых систем.

Биосенсор обычно состоит из биологического компонента (клетки, фермента или антитела), соединенного с крошечным преобразователем – прибором, приводимым в действие одной системой и передающим энергию (обычно в иной форме) другой системе. Биосенсоры являются детекторами, действие которых основано на специфичности клеток и молекул и используется для идентификации и измерения количества малейших концентраций различных веществ. При связывании искомого вещества с биологическим компонентом биосенсора преобразователь генерирует электрический или оптический сигнал, мощность которого пропорциональна концентрации вещества (Рябцева 2006). Однако биосенсоры бывают разных типов и разных размеров. Например, бытовым примером биосенсора – глюкометр, прибор для измерения уровня глюкозы в крови, – отнюдь не микроскопических размеров. Некоторые биосенсоры, таким образом, представляют собой измеритель определенных параметров (тот же глюкометр), другие призваны отображать множество показателей. Они активно применяются сегодня для самых разных анализов. Такие биосенсоры используются в производстве для измерений разных параметров: пищевой ценности, свежести и безопасности продуктов питания; составов смесей, обнаружения токсинов, ядовитых

газов, определения количества взрывчатых веществ для анализа экологических загрязнений. Для спортсменов биосенсоры сегодня являются инструментами контроля их физиологических показателей для точного расчета нагрузки, и, вероятно, возможности последних в данной области еще больше расширятся<sup>6</sup>. В медицине биосенсоры используют для анализа содержания метаболитов, гормонов, в том числе для экспресс-анализа крови непосредственно у кровати больного. Уже используются биосенсоры и биочипы, позволяющие контролировать изменения, происходящие в организме во время операции. Они дают информацию о состоянии организма и реагируют на критические изменения. Разрабатываются биосенсоры и нанороботы, которые, например, способны отслеживать распространение вируса в крови в онлайн-режиме (Cavalcanti *et al.* 2008). Как уже сказано, одни и те же устройства часто называют как биочипами, так и биосенсорами. Иногда биочипами называют миниатюрные устройства, представляющие собой, по сути, целую лабораторию, которая может диагностировать тысячи одновременных биохимических реакций. Для этого в биочипе используют сотни и тысячи биорецепторов (иногда их также называют биосенсорами). Биочипы помогают произвести быстрый анализ большого числа биологических параметров для разных целей, включая диагностику рака, инфекций и интоксикаций (Fung *et al.* 2001). Технологии биочипов постоянно совершенствуются и удешевляются в производстве (Rusmini *et al.* 2007).

**Непрерывный мониторинг здоровья как самоуправляемая суперсистема.** Как мы предполагаем, в будущем биосенсоры и биочипы станут частью более сложной самоуправляемой системы, включающей ряд других технологий. Такие самоуправляемые системы могут стать неотъемлемой принадлежностью жизни человека. В частности, они позволят (с помощью встроенных сенсоров и биочипов) контролировать ход всех жизненно важных процессов, подсказывать время приема и дозировку необходимых лекарств, время занятий физкультурой и необходимую нагрузку с учетом различных обстоятельств, определенную диету и т. п.<sup>7</sup> Эти мониторинговые системы будут периодически или постоянно сканировать состояние организма или отдельных органов и даже, возможно, передавать их в аналитические (медицинские) центры при возникновении потенциальных угроз либо резком ухудшении самочувствия.

Мы уже движемся в этом направлении. Вот, например, фрагмент из анонса проекта Национальной медицинской системы для Сколково.

*Мобильный диагностический прибор для превентивного  
персонализированного здравоохранения*

Портативный комплекс превентивного телемедицинского наблюдения, построен на базе модуля неинвазивного исследования центральной гемодинамики методом объемной компрессионной осциллометрии, предназначенный для съема, отображения и хранения информации и позволяющий наблюдать за состоянием сердечно-сосудистой системы человека по 20 показателям. Прибор

<sup>6</sup> Вот один из таких новейших примеров. Созданы специальные носки с биосенсорами для оздоровительного бега. Три сенсора, которые находятся на подошве, передают данные о давлении, скорости и даже частоте пульса на приложение к смартфону, и уже оно дает рекомендации снизить или, наоборот, увеличить нагрузку (Умная... 2015).

<sup>7</sup> К этому нужно добавить данные о всевозможных природных явлениях, которые также по-разному влияют на различных людей (атмосферное давление, магнитные, солнечные бури и т. п.). С опорой на них могут быть созданы программы оптимального поведения людей для конкретного дня или в течение длительного времени и даже всей жизни.

позволяет подключать дополнительные модули: персональную биохимическую лабораторию, кардиорегистратор, пульсоксиметр, глюкометр, спирометр, жиросекатор, электронный термометр, а также устройства на основе биосенсоров и биочипов для неинвазивного контроля состояния жизнедеятельности организма, которые будут созданы в будущем (Платформа... 2014).

Во время операции биосенсоры будут контролировать ход нужных процессов и подсказывать врачу ход ее проведения. Реальностью станут программы с индивидуальными рекомендациями конкретным людям, при этом системы смогут отслеживать существенные отклонения в показателях и давать рекомендации относительно образа жизни на короткий период и длительную перспективу.

Словом, такие системы начнут формировать распорядок жизни, рекомендации и рецепты поведения для каждого из нас. Хорошо это или плохо? Естественно, свобода воли людей будет ограничена, тем более что сопротивляться машине иногда сложнее, чем воле человека. Одновременно сформируются определенные императивы в отношении здоровья. По сути, у каждого будет своя электронная нянька (подобно тому как у детей древнегреческих зажиточных граждан был раб-педагог, а у отпрысков дворян-землевладельцев – воспитатель из числа слуг). Впрочем, это может быть особенно важно для наблюдения за маленькими детьми и больными, которые находятся дома. Если к этому позже добавятся еще и двигающиеся, хорошо ориентирующиеся в пространстве роботы, то комфортность жизни людей существенно возрастет (но в то же время уменьшится их самостоятельность).

Соответственно такие мини-системы могут быть объединены в крупную систему, включающую наблюдение за большим количеством людей, например в лечебном учреждении, санатории, гостинице и т. п. Мы уже говорили о сокращении стационарного лечения, а возможности подобного мониторинга и действия по удаленному доступу в режиме онлайн способны существенно разгрузить больницы. Нетрудно представить, что такого рода системы смогут обнаруживать потенциально опасные случаи и быстро реагировать на критические ситуации. Это хороший пример прогностики и пропедевтики проблем. Мы полагаем, что до создания подобных систем пройдет еще достаточно времени. К тому же на пути к такому мониторингу стоят сложные этические и правовые проблемы, поскольку всегда существует опасность, что наблюдающий «Большой брат» станет использовать полученные данные для собственных целей.

**Экономия и оптимизация потребления ресурсов.** Медицина позволяет экономить наиболее важные ресурсы общества, такие как годы жизни, которые человек живет благодаря правильному лечению, его работоспособность, время, сокращенное за счет меньшей длительности лечения и адаптации и т. д. С другой стороны, это те или иные ресурсы, которые требуются для организации процесса здравоохранения и поддержания нужного состояния здоровья. С позиции первого аспекта, разумеется, всякие подсчеты будут весьма приблизительными, но в любом случае они могут дать общее представление. Например, в докладе ВОЗ 2013 г. (ВОЗ 2013: 58) приводятся достаточно впечатляющие расчеты такой экономии только от научных исследований в области медицины.

В докладе под названием «Разовые отдачи» (Exceptional Returns), подготовленном для сети Funding First в США, приводятся расчеты ощутимых выгод от снижения смертности, особенно от сердечно-сосудистых заболеваний. На основании высокого эквивалента ценности жизни ежегодная отдача в денежном выражении от инвестиций в научные исследования оценивалась на уровне 1,5 трлн долларов США в период между 1970 и 1990 г., причем одна треть от этой суммы была отнесена за счет проведения исследований для разработки новых лекарственных средств и протоколов лечения. Что касается исследований по проблеме сердечно-сосудистых заболеваний, то окупаемость инвестиций была примерно в 20 раз больше, чем ежегодные расходы. Консалтинговая компания Access Economics по итогам проведения аналогичных исследований в Австралии пришла к заключению, что каждый вложенный в научные исследования и разработки в области здравоохранения Австралии доллар принес выгоды для здоровья в среднем в размере 2,17 австралийского доллара (приблизительно 2,27 доллара США).

Экономия в других направлениях также просматривается вполне отчетливо. Можно назвать более точные способы хирургического вмешательства, меньше травмирующие пациентов, все более миниатюрные устройства жизнеобеспечивающих систем, датчиков и сенсоров, все меньшее потребление энергии и рост КПД медицинской аппаратуры, экономии труда персонала и многое другое. Есть продвижения и в смысле экономии лекарств. Как мы уже говорили, сегодня прием лекарств происходит достаточно неэффективно, однако в целом на длительном тренде экономия использования лекарств все же наблюдается. Например, в первом гормональном контрацептиве Enovid, который появился в продаже в 1957 г., содержалось в сотни раз больше гормонов, чем в современных препаратах. И это только один из множества примеров.

Тем не менее есть также масса примеров расточительства и непомерного роста расходов в медицине. Поэтому мы считаем, что настоящий прорыв в плане экономии должен произойти в результате завершающей фазы кибернетической революции. В частности, повышение точности воздействия является очень важным направлением, способным не только перевести лечение заболевания в более управляемый процесс, но и существенно уменьшить расход препаратов. Одним из способов этого может стать точная доставка лекарственных препаратов до нужных клеток. Ключевую роль здесь, возможно, смогут сыграть нанотрубки, речь о которых пойдет в *Главе 10*, посвященной нанотехнологиям. Другие способы более эффективного и экономного лечения – воздействие на иммунную систему, исправление генетических отклонений, изменение технологии хирургических операций за счет более тонких и не травмирующих манипуляций и т. п. Важным также будет индивидуализация методов лечения и лекарств, что сделает их более эффективными. Ниже мы еще скажем о возможностях экономии в медицине будущего.

Медицина развивается в сторону все большей **миниатюризации**. Во-первых, уменьшаются в размерах самые разные приборы и датчики. Например, обычный биочип – это едва видимая на кончике пальца тонкая пластинка 1,5×1,5 миллиметра (а есть и намного меньших размеров). Но на нее, как уже сказано, наносится очень большое количество реагентов, чтобы одновременно проводить значительное число анализов. Это часто нужно, например, для анали-

за ДНК. Благодаря общему тренду ИКТ на микроминиатюризацию это наглядно проявляется и в различных медицинских приборах и оборудовании. Во-вторых, применение нано- и биотехнологий позволяет работать уже не только на клеточном и субклеточном, но и на молекулярном уровне в разных направлениях (от генной инженерии до контроля над внутренними процессами). В-третьих, есть надежда, что сами дозы благодаря вышеописанной точной и точечной доставке лекарств станут микроскопическими. В-четвертых, благодаря росту технологий и применению «умных» технологий сокращается масштаб воздействия на органы и ткани во время лечебных действий, при хирургических операциях контакт минимизируется только до необходимого слоя клеток. Например, глазные операции с использованием лазера направлены на удаление ткани толщиной в несколько микрон. После таких операций практически не требуется реабилитации. Хирургу из Миннеаполисского института сердца недавно удалось трансплантировать крошечный (величиной с большую таблетку) кардиостимулятор непосредственно в сердце через катетер, введенный в бедренную вену, то есть без хирургического разреза в груди и создания «кармана» под кожей (Самый маленький... 2014).

В-пятых, одновременно с сокращением зоны воздействия создаются все более миниатюрные инструменты и приспособления. Например, как сообщают новости с сайта робота «да Винчи» (Новости... 2015), для удаления опухоли и проведения операций в тех местах, куда не могут добраться руки хирурга, врачи в настоящее время используют роботические «руки» толщиной 5 мм (!) для доступа к пораженной области малоинвазивным путем. Трансоральная роботическая операция *da Vinci* позволяет хирургам оперировать через рот. Увеличенное 3D-изображение высокой четкости и инструменты, которые сгибаются и вращаются в гораздо большем диапазоне, чем запястье человека, позволяют хирургам оперировать с чрезвычайной точностью и ловкостью, полностью контролируя ход операции.

**Индивидуализация.** Выше мы уже сказали о том, что курс развития медицины лежит в направлении индивидуализации (персонализации). Существует значимое число физических параметров, которые индивидуальны у каждого человека: от карты температуры различных частей тела в разные периоды суток и силы инфракрасного излучения до магнитного поля мозга и длины волн, с помощью которых осуществляется транспортировка белков в клетках. Уже сегодня разработана аппаратура, которая способна диагностировать эти индивидуальные различия (см., например: Гуляев 2015; Баграев 2015). Кроме того, индивидуальные отклонения организма в целом или отдельных его частей от нормы по тем или иным параметрам могут служить показателем возможных заболеваний, включая онкологические (Гуляев 2015). Как уже говорилось, современная медицина сталкивается с рядом сложностей, среди которых, в частности, привыкание к лекарствам микроорганизмов и клеток<sup>8</sup>. Таким образом, дальнейший прорыв в фармацевтике и медицине вряд ли возможен без перехода к индивидуализации. Индивидуальная медицина будет отталкиваться от особенностей организма

---

<sup>8</sup> Например, злокачественные опухоли проявили невероятную способность к адаптации: после избирательного воздействия лекарств они мутируют и начинают развиваться с удвоенной силой. В этой связи нобелевский лауреат Х. Вармус считает, что «сопротивляемость [рака] лекарствам, наверное, самая большая проблема, которая перед нами стоит» (Медиавилля 2015).

пациента, его истории болезни, наследственности, возраста и т. д. А благодаря тому, что в будущем биосенсоры могут стать неотъемлемой принадлежностью жизни человека, выполняя функцию постоянного сканирования состояния организма или отдельных органов (см. выше), возможности индивидуализации медицины возрастут на порядки (в том числе и за счет развития искусственного иммунитета).

#### **8.4.2. Прогнозы развития отдельных медицинских технологий**

**Улучшение иммунной системы, искусственный иммунитет.** Единого лекарства от всех болезней никогда не будет. Но есть универсальные направления, которые могут переломить исход борьбы со многими заболеваниями. Одно из них – укрепление иммунной системы человека. В организме существует специальный инструмент иммунитета – антитела, молекулы, которые синтезируются для борьбы с чужеродными организмами. Антитела накапливаются и хранятся в течение всей жизни. Таким образом, у каждого человека образуется индивидуальная система защиты, основанная на его «истории болезней». Улучшение иммунитета человека является магистральным путем к повышению уровня здоровья и увеличению продолжительности жизни. И поскольку иммунитет является индивидуальной системой защиты, то медицина в этом направлении будет также идти по пути индивидуализации.

Особенно интересной и перспективной кажется возможность развития искусственного иммунитета (технологии, которая может повлиять на формирование самоуправляющихся систем определенного типа). С помощью различных технологий вырабатываются антитела с определенными свойствами, которыми они ранее не обладали. Напомним, что создание искусственных веществ и материалов (а в данном случае – искусственных биологических систем) с новыми свойствами является важнейшим направлением кибернетической революции.

Важным направлением здесь явились моноклональные антитела. За их открытие в 1984 г. Цезарь Мильштейн и Георг Кёлер удостоились Нобелевской премии. Ученые вводили определенные чужеродные вещества в организм мыши и выделяли антитела из ее селезенки, в результате чего удалось получить отдельно выделенные антитела, которые клонировались, образуя многочисленные копии самих себя. Такие антитела назвали моноклональными. Выработанной методикой можно получить антитела к определенному веществу или микроорганизму (антигену), а после ввести их в организм пациента, где антитела будут активно бороться с антигеном, против которого их вырастили. Сейчас получают нужные антитела и другими способами (Schirhagl *et al.* 2012).

Антитела уже широко используются в лечении болезней, различных тестах, например на беременность, в диагностике многих заболеваний, лабораторных опытах.

Помимо этого, идут работы по созданию антител небиологического происхождения, например так называемых хеморецепторов – рецепторов, способных улавливать определенные химические соединения и выдавать специфический ответ на них (Dickert *et al.* 2001). Это еще один из множества примеров создания нового типа искусственных веществ и материалов. *Мы предполагаем, что в ходе*

завершающей фазы кибернетической революции удастся добиться заметных успехов в создании искусственных антител и их приживления в организме. Безусловно, успех в создании искусственных антител приведет к прорыву в медицине. Их перспективы огромны – в профилактике и лечении многих тяжелых болезней, предотвращении отторжения пересаженных органов и др. В целом искусственный иммунитет позволит *управляемо влиять на прежде недоступные контролируемому вмешательству процессы*. Большие перспективы для искусственного иммунитета открывают нанотехнологии. Уже сейчас делают нанороботов, способных путешествовать по крови и отслеживать различные параметры (Cavalcanti *et al.* 2008). Нанороботы могут поглощать чужеродные организмы, переваривать их, а составляющие органические веществ (белки, жиры, углеводы) использовать для нужд человеческого организма.

Компания Google анонсировала на ближайшее десятилетие проект так называемых нанороботов Google X – это наноструктуры, которые функционируют в крови человека и отслеживают различные параметры: злокачественные клетки, бляшки в сосудах, уровень кальция и др. Нанороботы принимаются с таблеткой, и, поскольку обладают магнитными свойствами, могут в любой момент быть собраны вместе и выведены из организма (Barr, Winslow 2014). Но скорее всего, такие прогнозы на ближайшее десятилетие слишком оптимистичны, что-то подобное сможет реализоваться лишь существенно позже (и, возможно, совсем в ином виде).

**Управление запрограммированной гибелью клеток – путь к самоуправляемым системам излечения?** Иммунитет – оружие борьбы против чужеродных веществ и организмов, вид природной самоуправляемой подсистемы. Но что делать, если вред наносят собственные клетки организма? Иммунитет против них бессилен. Ответ на этот вопрос существует. В науке еще с 60-х гг. XX в. открыт механизм самоуничтожения клеток – апоптоз. Это один из очень перспективных способов победить сложные заболевания, в том числе, возможно, рак. При этом апоптоз – довольно частое явление в природе. Например, у микроскопического червя нематоды эмбрион перед рождением из яйца состоит из 1090 клеток, но затем часть из них погибает, оставляя взрослый организм ровно с 959 клетками (Raff 1998; Ridley 1996; Ридли 2011). Таким же механизмом редуцируется остаток хвоста у человека до его рождения. Механизм апоптоза связан с работой сигнальных молекул и специальных рецепторов, которые, принимая сигнал, запускают процессы морфологических и биохимических изменений, ведущих в итоге к гибели клетки. Главная роль процесса апоптоза в том, что он придает клетке способность к саморазрушению в тех случаях, когда она, «захваченная врагом», становится опасной для организма в целом, например, зараженная вирусом или ставшая злокачественной. Когда клетки иммунной системы обнаруживают такую клетку, они связываются с ее поверхностью, подавая сигнал митохондриям разрушить клетку. Сигнал к самоуничтожению (апоптозу) подается также в случае необходимости уничтожения лишних клеток, которые уже выполнили свою задачу и становятся не нужны. Таковы, например, большинство Т-лимфоцитов после того, как опасность инфекции миновала (см.: Грей, Рэй 2014: 82, 207 и др.).



Обретение возможности давать клеткам, провоцирующим заболевания, команду о самоуничтожении способно сделать борьбу с заболеванием управляемой. Кроме того, это обеспечивает быстрое выздоровление без длительного этапа реабилитации, необходимого после операционного вмешательства, химиотерапии или облучения (это пример экономии энергии, сил и времени больного в будущем). Также и наоборот, отключение механизма самоуничтожения клеток поможет спасти организм от некоторых заболеваний и, возможно, управлять процессом старения (см. об этом ниже).

Мы предполагаем, что в ходе завершающей фазы кибернетической революции медицина сумеет продвинуться в этом направлении, а на зрелых этапах научно-кибернетического принципа производства – контролировать значительное количество процессов. В данном случае, как и в случае с искусственными антителами, продвижение в область создания самоуправляемых систем будет происходить на основе воздействия на ключевые элементы этих подсистем организма, с тем чтобы использовать их определенные функции и потенциальные возможности для решения конкретных задач. То есть в одних случаях можно будет искусственно вызывать смерть ненужных клеток, а в других – блокировать механизм умирания нужных.

**Прорывы в управлении человеческим организмом. Органозамещение: на пути к биотехническим системам высшего уровня.** Важное направление медицины связано с регенерацией и пересадкой органов и частей человеческого тела, о чем мы уже неоднократно упоминали. В настоящее время проводятся операции по пересадке сердца, легких, печени, поджелудочной железы, почки и т. д. Однако человеческие донорские органы – очень редкий материал, его распространение без специальных согласований во всем мире подлежит уголовному преследованию. Тысячи и десятки тысяч таких операций, к сожалению, совершенно недостаточное число в сравнении с потребностями. Например, известный специалист в области регенеративной медицины из США Энтони Атала говорит, что лишь 35 % ожидающих пересадки почки имеют шанс получить донорский орган в течение пяти лет (Атала 2015). Но думается, что это еще оптимистические цифры. В любом случае, везет в этом плане лишь небольшой доле больных, а так, как Дэвиду Рокфеллеру, которому пересадили сердце в шестой раз, и вовсе может повезти только миллиардеру, и даже среди них – лишь единицам.

Миллиардеру-филантропу Дэвиду Рокфеллеру пересадили шестое (!) сердце в 99 лет! Первая операция по пересадке состоялась в 1976 г., после автомобильной аварии, которая привела к сердечному приступу и потребовалась срочная трансплантация, которая была проведена через 24 часа. Через неделю после операции Дэвид уже совершал пробежки трусцой. И вот шестая пересадка в 99 лет! Операция длилась 6 часов и была сделана командой частных хирургов в его главной резиденции, в любимом родовом имении в Покантико Хиллз, Нью-Йорк. Через 36 часов после операции Рокфеллер дал интервью журналистам, где он, в частности, сказал: «Каждый раз, когда я получаю новое сердце, как будто глоток жизни прокатывается по моему телу. Я чувствую, что я активизировался и еще жив». На вопрос о секрете своего долголетия Дэвид ответил: «Люди часто задают мне этот вопрос, и я всегда отвечаю одно и то же: любить жизнь. Жить простой жизнью, играть со своими детьми, наслаждаться тем, что

вам нравится, проводить время с хорошими верными друзьями». «Я сделал много денег в своей жизни, но я отдал большую часть из них. Нет смысла их иметь, если вы не можете поделиться», – закончил короткий брифинг миллиардер-филантроп. Кстати, в 1988 и 2004 гг. он перенес операции и по пересадке почек. Рокфеллер часто шутит, что собирается дожить до 200 лет. Кто знает, с таким набором запчастей, пожалуй, это возможно (Петров 2015).

Таким образом, сегодня только очень богатые (и очень здоровые) люди могут «ремонтировать» себя периодически. Но с появлением искусственных органов такая возможность явно расширится.

Решение проблемы недостатка органов осуществляется разными способами.

1. Выращивание нового органа на основе стволовых клеток, которые могут делиться бесконечно и которые можно заставить специализироваться.

2. Пересадка органов крупных животных.

3. Регенерация, с помощью которой поврежденный орган может восстановиться самостоятельно.

4. Разработка различных органозамещающих инженерных и биоинженерных конструкций.

5. Наращивание («печатание») органов с помощью 3D-биопринтеров и других методов биопринтинга.

6. Используется также и сочетание перечисленных возможностей, особенно четвертого и пятого способов (см. ниже).

О направлениях и сложностях путей регенеративной медицины рассказывает Э. Атала:

При стратегии создания большинства тканей принимается в расчет то, что у клеток уже есть «генетическая пространственная инструкция». Мы разделяем воспроизводимые структуры человеческого организма на четыре «архитектурных» типа: плоские – например, кожа; трубчатые – кровеносные сосуды; полые органы – мочевого пузыря; плотные, или солидные, органы, к которым относят печень и почки. Первые три типа структур мы уже успешно пересаживаем пациентам и в этом добились определенных успехов. А вот солидные органы – самые сложные. Мы пытаемся их создавать, но пока ни один из них не был трансплантирован в человеческий организм. Что касается биоинженерной почки человека, пока у нас в лаборатории получен только прототип. Недавно мы опубликовали результаты этой работы. Нам удалось сделать миниатюрную почку, которая производит мочу и сохраняет все метаболические функции, присутствующие в обычной почке. Мы судим об этом по уровням витамина D и эритропоэтина. В биоинженерной ткани миниатюрного органа воссоздаются и структура, и все элементы нефрона. Но проблема заключается в том, как сделать полноразмерную почку. Чем больше орган, тем больше требуется кровеносных сосудов, снабжающих его кровью. На сегодняшний день эту проблему пока не удалось преодолеть. Мы возлагаем надежды на метод биопринтинга. Биопринтинг – по сути, 3D-печать, где используется «каркас», децеллюляризованный матрикс органа, в который по аналогии с чернилами из картриджа поступают живые клетки. Так создается трехмерная живая структура. С помощью иглы мы брали кросс-секционную биопсию почки живого пациента. В этот биоптат попали клетки капсулы и почечной паренхимы из коркового и мозгового слоев. На то, чтобы вырастить одну искусственную мини-почку, уходит шесть-восемь недель.

Мы параллельно работаем сразу над пятью стратегиями. Первая заключается в создании «кассетных тканей». Это очень актуально, поскольку большинство солидных органов имеют высокий запас функциональной прочности и окончательно выходят из строя, если повреждено примерно 90 % их тканей. Поэтому мы видим возможность улучшить функцию поврежденного органа с помощью таких небольших «кассет». С помощью «кассет» можно будет «до-страивать» органы, расширяя их функцию. Такую стратегию мы уже используем для трех первых типов структур, о которых упоминалось выше (плоские, трубчатые и полые структуры). Вторая стратегия состоит в следующем: берем донорскую почку, по определенной методике растворителями вымываем из нее все клетки, а оставшийся «каркас» органа, матрикс, засеваем клетками почки пациента. Третья стратегия – биопринтинг. Четвертая стратегия – использование клеток для терапии. И именно четвертая стратегия наиболее перспективна и пройдет клинические испытания в первую очередь. Пятая стратегия – заставить почку регенерировать самостоятельно. Если говорить, какие направления регенеративной медицины наиболее актуальны, то много усилий уходит на то, чтобы заставить орган регенерировать самостоятельно. Мы используем малые молекулы и белки, чтобы направить стволовые клетки на путь специализации. Если бы удалось добиться того, чтобы поврежденный орган смог восстановить свои ткани самостоятельно, наверное, была бы достигнута самая главная цель регенеративной медицины (Атала 2015).

В настоящее время уже создано много искусственных органов: сердце, легкое, печень, почки, мочевой пузырь, матка, глаза и др. Но, как мы видели из вышеприведенного материала, медицина здесь еще только в самом начале пути.

Активно разрабатывается и технология искусственного выращивания тканей. У пострадавших больных берут поврежденные клетки (чаще кожи или хрящей) и культивируют их. Получив достаточное количество клеток, их имплантируют в специальную среду, которые управляют их ростом. В этих структурах клетки разрастаются, как в естественной среде. После получения нужной ткани ее пересаживают пациенту. Японские ученые нашли другой способ получения такой ткани – перепрограммирование функций клеток одного организма. Например, клетки кожи перепрограммировали и заменили ими больные клетки глаза (Костина 2013).

Использование для выращивания тканей и органов собственных клеток больного имеет ряд преимуществ. Дело в том, что пересадка органов и тканей от других людей, животных либо искусственных биологических наталкивается на отторжение иммунитетом организма больного. Можно прогнозировать, что прорывом в трансплантации станет нахождение возможности «обмануть» механизм иммунного подавления чужеродных клеток. Здесь опять же наблюдается возможность управления процессами путем воздействия на ключевые элементы, в данном случае выключая бдительные системы иммунной защиты (подобно тому, как отключается болевой синдром при операции).

**Генная терапия – перспективная форма коррекции организма.** Генная терапия занимается исправлением генетической информации различными медицинскими способами. Со времен открытия генома накоплен огромный пласт информации о функциях генов и принципе их работы. Значительный вклад в развитие генотерапии внес проект «Геном человека», цель которого – расшифровка

последовательности человеческой ДНК (Stein 2004; Brown 2000). Однако путь от исследования структуры генома до понимания его функций столь огромен, что при всем объеме накопленного материала наука едва сделала свои первые шаги на этом пути.

Различают фетальную генотерапию, при которой чужеродную ДНК вводят в оплодотворенную яйцеклетку или эмбрион на ранней стадии развития – при этом ожидается, что введенный материал будет передаваться по наследству, и соматическую генотерапию, при которой генетический материал вводят только в соматические (то есть неполовые) клетки, и гены не передаются по наследству.

Существует и третий подход – активация или деактивация собственных генов организма. Это позволяет исправлять мутации и повреждения генетического материала даже у взрослых людей. Таким образом уже лечатся некоторые наследственные болезни, например серповидноклеточная анемия (тяжелая наследственная болезнь, при которой образуется мутационный гемоглобин, что ведет к кислородной недостаточности организма и заболеваниям костного мозга).

В настоящее время генная терапия имеет внушительный арсенал приемов работы с генетическим материалом. В этом проявляется одна из важных характеристик кибернетической революции – выбор оптимальных режимов в рамках конкретных целей и задач. И несмотря на то, что исторически генная терапия нацеливалась на лечение наследственных генетических заболеваний, умение манипулировать генами дает потенциальную возможность лечения большого спектра ненаследственных болезней, в том числе инфекционных.

В связи с тем, что технология редактирования генома уже достигла значительного совершенства (к этому мы еще вернемся в следующей главе), некоторые исследователи считают, что редактирование генома является наиболее перспективной технологией обозримого будущего. Постоянно проходят сообщения о новых важных продвижениях. В частности, китайские исследователи опубликовали данные по редактированию генома мартышек. При этом речь шла не о редактировании отдельных клеток, которые потом трансплантируются в организм. Исследователям удалось «отредактировать» геном на уровне зиготы – зародышевой клетки (см.: Сайгитов 2015). Не исключено, что в этом случае можно говорить о настоящем прорыве, поскольку сделан шаг в направлении возможности менять геном, в том числе начиная с генома ребенка.

Другая характеристика кибернетической революции, проявляющаяся в генной терапии, – *индивидуализация*. Каждому пациенту на основе его генетических данных в будущем станут подбирать наиболее подходящее лечение, и при необходимости исправлять дефектные гены. Предположительно генотерапия проявит себя раньше всего в спортивной медицине, поскольку, во-первых, в нее вкладываются колоссальные средства и привлекаются лучшие умы (в США, например, зарплата спортивного врача в среднем составляет около 200 000 \$ в год [Physician... 2015]), во-вторых, это может стать новым способом, позволяющим обойти антидопинговые комитеты, а в-третьих, в профессиональном спорте есть огромный спрос на увеличение способностей спортсменов, врожденных генетических данных которых становится уже недостаточно для рекордного результата.

Также возможно использование генотерапии при выборе особенностей будущего ребенка (цвета его глаз, кожи и т. д.). Более того, не исключено, что в дальнейшем качества ребенка будут подбираться родителями еще до его рождения. Если, конечно, генетики все-таки найдут «гены» таких свойств, как благородство, агрессивность или самооценка и даже уровень интеллекта, и с помощью этого знания создадут «улучшенный» вариант ребенка. То есть это будет что-то вроде «младенца на заказ» или «совершенного ребенка» (“the perfect babies”) [см.: McGee 1997, цит. по: Фукуяма 2004]. Возможно, в чем-то такое генетическое улучшение будет напоминать вариант улучшения лица или фигуры путем пластической операции. Иными словами, невозможно будет сделать из любого ребенка гения или чемпиона, но не исключено, что улучшить его данные станет возможным. Аналогично тому, как возможно сегодня путем различных методик «подтянуть» посредственные данные детей (спортивные, интеллектуальные, музыкальные и другие). В известной мере такое улучшение будет также напоминать то, что делается в сельскохозяйственной биотехнологии: растениям и животным встраивают гены, которые в итоге значительно повышают выход полезного продукта.

И все же насколько такой ребенок будет «совершенным» и какие проблемы здесь могут возникнуть, конечно, сказать трудно. Ясно одно: свободный выбор качеств вполне может привести к диспропорциям и проблемам. Например, возможность узнать пол будущего ребенка в Китае, Индии и Южной Корее привела к существенной диспропорции между мальчиками и девочками в пользу первых. Здесь было бы кстати подчеркнуть, что сам Ф. Фукуяма призывал принимать будущие достижения «биотехнической революции» с большой осмотрительностью (Фукуяма 2004; Fukuyama 2002). В частности, он не исключал сценариев возникновения различий между богатыми и бедными уже на генетическом уровне (если первые смогут активно использовать достижения биотехнологии для улучшения генетических качеств своих детей), а также возникновения «генетической гонки вооружений», когда улучшения в геноме детей в одних семьях потребует аналогичных изменений в других. Мы полностью согласны, что здесь возможны различные болезненные перекосы. И вполне естественно существуют опасения, что развитие технологии редактирования генома приведет к неконтролируемым результатам, этичность которых еще только предстоит оценить. Данная проблематика начала активно обсуждаться в научной среде. Не исключено, что технология редактирования генома может быть запрещена, как в свое время было запрещено клонирование, до тех пор, пока эτικο-правовые вопросы не будут решены (см.: Сайгитов 2015).

**Изменение репродуктивных возможностей человека** – особая важная область медицины. Все больше сужается круг не поддающихся лечению недугов, в результате которых люди не могут иметь детей. Тем не менее для части таких пациентов единственная возможность – использовать варианты искусственного либо внутриматочного оплодотворения. Кроме того, с развитием медицины растет желание иметь детей после прохождения детородного возраста. Стоит отдельно отметить технологии, направленные на искусственное выращивание плода вне матери. Становится возможной трансплантация репродуктивных органов, и уже проведены удачные операции (Woman... 2014). Исследователи также работают над созданием искусственной матки, которая может быть пересажена женщине с нарушенной способностью к деторождению, либо даже мужчине, что в принци-

пе может коренным образом изменить понятие пола (McKie 2002), создав новые этические сложности. Уже зафиксированы удачные эксперименты с выращиванием искусственных маток и пересадкой их пациенткам. В книге Фукуямы (2004, со ссылкой на: Silver 1998: 233–247) также довольно много внимания уделено будущим возможным технологиям оплодотворения *in vitro*<sup>9</sup>. Предполагается, что в будущем можно будет сделать несколько таких зародышей, из которых путем генетического скрининга врачи отберут вариант с наилучшими генами (как сейчас при экстракорпоральном оплодотворении отбирают наилучшую яйцеклетку на глаз). В этом случае, по мнению Фукуямы, опять же богатые люди смогут получить существенные преимущества в плане генетического улучшения своего потомства. Насколько это будет реально, пока сказать сложно.

**Перспективное направление в медицине – замедление старения организма.** Старение организма является многофакторным процессом. Существуют разные мнения по поводу того, что является ведущим фактором старения – естественный износ тканей и органов (включая влияние так называемых свободных радикалов, клеточного и внеклеточного мусора, слипания белков и др. процессов) или это запрограммированный процесс. Есть сторонники первого подхода, которые считают, что старение – это своего рода болезнь, которую можно лечить и в принципе научиться вылечивать (см., например: Грей, Рэй 2014). Но более распространены теории, согласно которым старение неизбежно и его можно только затормозить. Популярной является, в частности, теория о том, что за старение отвечают особые структуры клеток, необходимые для деления, – *теломеры*. Выяснилось, что каждый раз после копирования хромосомы число теломер на ее концах уменьшается. Это одна из причин, почему клетки определенных типов стареют и умирают по достижении организмом определенного возраста<sup>10</sup>. Возможно, по этой же причине стареет и наше тело, хотя это только предположения (Slagboom *et al.* 1994). За открытие защитных механизмов хромосом с помощью теломер Э. Блэкберн, К. Грейдер и Дж. Шостаку в 2009 г. была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине.

Вполне вероятно, что генетическими методами удастся значительно продлить жизнь человека в будущем<sup>11</sup>. Динамику увеличения средней продолжительности жизни мы отчетливо видим в настоящее время, в некоторых странах она достигла 80 и более лет. И, по общему мнению, будет расти и далее (прогнозы см. в Главе 7). Правда, в модернизационной фазе кибернетической революции наибольшим будет рост продолжительности жизни в развивающихся и среднеразвитых странах, где она значительно отстает от этого показателя в развитых государствах. В последних же пока продвижение будет не особенно значительным. Прорыв в области медицинских технологий произойдет несколько позже, как мы

<sup>9</sup> Или экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО). Этот метод состоит в оплодотворении яйцеклетки посредством микроинъекции сперматозоида в ее полость. После оплодотворения яйцеклетка превращается в презембрион, который переносится в матку для его дальнейшего развития.

<sup>10</sup> Но клетки кожи, костного мозга, слизистой оболочки кишечника и др. могут удлинять теломеры и продолжать делиться. Раковые клетки в результате мутаций также приобретают возможность увеличивать теломеры и неограниченно делиться. Собственно запрет на рост теломер в большинстве клеток связан с защитной функцией организма против «несанкционированного» деления клеток (о теломерах и их связи с онкологическими заболеваниями см.: Грей, Рэй 2014).

<sup>11</sup> Но исследования в области омоложения клеток, тканей и организма, а равно и замедления старения ведутся в разных плоскостях. В частности, пытаются активизировать митохондрии клеток (своего рода клеточных электростанций, которые вырабатывают АТФ) веществом под названием никотинамид-аденин-динуклеотид (НАД). Это дает надежду добиться омоложения мышечной ткани (Йегер 2013).

говорили, в 2030–2050-е гг. Тогда, вероятно, будет наблюдаться новый рывок и в плане увеличения продолжительности жизни, примерно на 5–15 лет. Продление жизни к тому же – одна из возможностей сохранения опыта в поколениях. Ведь каждый человек в течение жизни приобретает бесценный опыт.

**Усовершенствования естественных способностей человека.** Все вышеописанные технологии направлены пока на восстановление утраченных функций человека. Это не исключает того, что в будущем откроется возможность продвинуться в данном направлении и в плане усовершенствования естественных физических и интеллектуальных способностей сверх отпущенного природой (некоторые варианты мы рассматривали в связи с возможностью искусственного генетического отбора и усовершенствования при оплодотворении). Возможно, процесс здесь пойдет так же как и в области пластической хирургии. Сначала она была создана для восстановления поврежденных тканей, но затем стала целой индустрией красоты, с помощью которой лицу и телу придают самые разные формы. Тем не менее стремление стать сверхчеловеком может таить в себе неведомые опасности, и относиться к этому следует с осторожностью, поскольку приобретение одних качеств может стать причиной деградации других. Кроме того, все растущее число технических и иных средств и без того очень заметно повышает уровень человеческого восприятия мира.

Мы полагаем, что реальное продвижение в плане существенного развития человеческих способностей в любом случае может произойти не раньше конца XXI в.

**Нейроинтерфейсы.** Определенных успехов в лечении болезней, связанных с дегенерацией мозговых тканей или отклонением в их функционировании, а также в отношении адаптации инвалидов удалось достичь с помощью особых технологий, создающих взаимодействие между нервной системой человека и внешними устройствами. Такие технологии называют нейроинтерфейсами (“Brain-Computer Interface”). Нейроинтерфейсы могут стать одной из самых прорывных областей кибернетической революции. См. о них и о когнитивных технологиях в *Главе 11*.

## **8.5. Заключение. Изменения в медицинских профессиях и рост компетенций пациентов**

Стремительное внедрение ИКТ в медицину, появление новых технологий, неимоверное увеличение объема информации, удешевление важных процедур, которые могут давать основу информации для медицинского анализа состояния здоровья потенциального больного<sup>12</sup>, легкость нахождения такой информации независимо от расстояния, – все это и многое другое предопределяют идущие и грядущие изменения в профессии медиков. Возникают все новые возможности получения, размещения и предоставления информации о своем организме (в частности, появилась информация о трехмерной модели организма)<sup>13</sup>. Отсюда

<sup>12</sup> Один из примеров — снижение стоимости и доступность генетических исследований для населения в целом, что приведет к резкому увеличению количества практической информации и серьезным прорывам в медицине (Крафт 2012).

<sup>13</sup> В Нижнем Новгороде создана компьютерная программа, способная осуществить прорыв в общемировой врачебной практике. Проведя томографию организма человека, программа строит его трехмерную модель,

ожидается быстрый рост информационной базы, что дает возможность анализировать большие объемы информации.

Таким образом, пациенты благодаря размещаемой информации о себе могут выбирать медицинские учреждения и специалистов. И наоборот, медики таким образом сумеют значительно расширить свою клиентуру. Уже сегодня много объявлений о найме медиков-фрилансеров для удаленной работы. Таким образом, консультации и даже предварительное обследование можно проходить на расстоянии, а новые медицинские коллективы будут работать в команде, не собираясь вместе. Следовательно, резко уменьшается привязка пациента к определенным территориально расположенным медицинским организациям и докторам. В этом же направлении будет действовать и удаленная медицина: роботы телеприсутствия, удаленные хирургические роботы, приложения для диагностики. Это позволит медицине развитых стран стать доступной для удаленных уголков планеты (Крафт 2012). Словом, ситуация очень напоминает изменения в области библиотечного дела, архивов и образования; возможность удаленного доступа существенно ограничивает монополию, ведет к уменьшению различий в уровне получения услуг (связанной с близостью к центрам), пропускная способность центров значительно возрастает. Правда, и проблемы могут быть схожи с проблемами образования. У врача будет «меньше общения один на один с пациентом. Сложнее дать пациенту понять, что ты заботишься о нем, понимаешь его проблемы, сопереживаешь, когда ты далеко от него, нежели, если традиционным способом он находится в одном с тобой помещении» (Там же). Так или иначе все это, несомненно, скажется на положении медиков уже в ближайшем будущем, но еще значительно – в отдаленном, когда начнется завершающая фаза кибернетической революции. Возрастет объем аутсорсинга в медицинских услугах, одновременно появятся больше возможностей для развития унификации стандартов, рецептов, правил получения медицинских услуг (со всеми минусами и плюсами).

Существенный вклад в такие перемены будет вносить и то, что целый ряд функций врача смогут выполнять сами пациенты с помощью обслуживающих их аппаратов и систем. Анализ важных показателей (таких как кровяное давление, содержание сахара в крови, тесты на беременность, анализ мочи, который можно сделать в японских или корейских конструкциях унитазов) есть возможность уже сегодня осуществить без врача с помощью соответствующих приборов, равно как определять норму и отклонение от нее по результатам анализов. Вполне возможно, что в скором времени диагностика из специализированных учреждений будет перенесена в мобильные устройства на основе наночипов, не требующих участия специалистов (см. также выше). Уже достигнут заметный прогресс в этой области, появляются и новые аппараты, и новые проекты.

По прогнозам журнала *Scientific American*, уже в ближайшем будущем появятся медицинские устройства размером с почтовую марку. Их достаточно будет наложить на рану. Такое устройство самостоятельно проведет анализ крови, определит, какие медикаменты необходимо использовать, и впрыснет их в кровь (Рыбалкина 2005: 46). Маловероятно, что такой аппарат может появиться в ближайшем будущем (с учетом, что прогнозу о его «скором» появлении уже

---

пользуясь которой, врач может изучить любой орган больного в любое время как в послойном срезе, так и в объеме (Калугин 2015).



более десяти лет), и к тому же подобные устройства, скорее всего, будут достаточно узкого спектра действия. Тем не менее наличие подобных прогнозов весьма симптоматично, так как показывает движение в направлении развития самоуправляющихся систем. Так или иначе, но уже сейчас компания Applied Digital Solutions предлагает прибор под названием “Digital Angel” для дистанционного контроля над пациентами. А специалисты из Калифорнийского университета в Беркли приспособили iPhone под определение паразитов крови за три минуты. Это важно для бедных районов Африки, где посещение гематолога – весьма сложное дело, недоступное для многих людей. CellScope Loa, по сути, 3D-коробка, на которой можно расположить смартфон, рассматривающий пятисекундные видео с образцами крови. Затем приложение будет искать признаки движения микроскопических червей, которые при отсутствии лечения могут стать причиной «речной слепоты» и «слоновой болезни» (Ученые превратили... 2015).

В целом идеи «лаборатории в кармане» развиваются уже более двух десятилетий. В настоящее время, помимо работы в области электронных «микролабораторий», уже распространены такие «микролаборатории на бумаге». Их печатают на современных принтерах, создавая послойную упаковку нужных реагентов. Размером такая «микролаборатория» со спичечный коробок или кредитную карту. Рынок подобных «лабораторий в кармане» весьма велик, но это, естественно, ведет к уменьшению случаев обращения в медицинские учреждения.

Но и это далеко не все направления, которые потенциально уменьшают потребность обращения к медикам и специалистам. Мы полагаем, что в будущем меньше станет применяться стационарное лечение, так как операции будут максимально направленными, а период реабилитации – минимальным. Больше людей сможет лечиться дома, поскольку не исключено развитие удаленного лечения, когда врач наблюдает за показателями пациента онлайн и делает нужные предписания.

Таким образом, профессия врача и – шире – медика в современном ее виде может потерять ряд нынешних атрибутов, во-первых, благодаря удаленным технологиям, во-вторых, за счет передачи части функций различным умным системам, в-третьих, за счет расширения компетенций пользователей, благодаря различным умным системам и быстрому получению информации. Сегодня такая метаморфоза происходит со многими услугами (такими как фотография, набор и верстка, дизайн, подбор интерьера, покупка путевок, выбор маршрутов и т. п.). Сокращения грозят и водителям в связи с возможностью внедрения самоуправляемого автомобиля, и поварам (о чем выше уже шла речь), а также и многим другим профессиям. Разумеется, одновременно станут возникать потребности, которые будут обеспечивать медики. Но будут ли они в массе своей столь же велики, чтобы обеспечить работой нынешнее или возросшее число медиков, это вопрос. Поскольку, если потребуется на порядок увеличить число врачей, совершить технологический рывок будет сложно из-за проблем подготовки кадров и их стоимости. Нам представляется, что после определенного пика численности занятых в этом секторе количество медицинских работников начнет сокращаться. Возможно, это особенно скажется сначала на среднем и младшем медицинском персонале (кстати, наиболее дефицитном).

## Глава 9. Биотехнологии и создание самоуправляемых биологических систем

**Определения и периодизация.** Биотехнологии сегодня используются очень широко: в сельском хозяйстве, различных отраслях промышленности, например пищевой, при создании препаратов и продуктов для бытового использования, лекарственных и других медицинских средств, в исследовании человеческого генома и процесса репродукции, в защите окружающей среды от загрязнения и т. д.

Биотехнология – понятие широкое, его толкование менялось с течением времени. Так, до 1970-х гг. термин «биотехнология» использовался большей частью для описания некоторых технологических процессов в пищевой промышленности и сельском хозяйстве. После начала использования в лабораториях рекомбинантной ДНК и культур клеток, выращиваемых *in vitro*, биотехнологию стали отождествлять с генной инженерией, в настоящее время два этих понятия часто используются как синонимы. Сейчас известно несколько десятков разных определений биотехнологии (см., например: Блинов 2003). Иногда биотехнологию понимают как совокупность научно-промышленных методов, использующих живые организмы и биологические процессы для производства различных продуктов. Существуют и официальные международные определения, например: «Биотехнология представляет собой комплексную область деятельности, в которой новые методы современной биотехнологии соединены с устоявшейся практикой традиционных биотехнических мероприятий. Основу этой растущей наукоемкой отрасли составляет комплекс методов, дающих человеку возможность целенаправленно изменять структуру дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), или генетического материала, растений, животных и микроорганизмов с выходом на получение полезных продуктов и технологий» (ООН 1992: гл. 16). Это одна из наиболее активно исследуемых областей, ей уже прочат блестящее будущее и многие отводят место отрасли, которая станет прорывной в ближайшее время, говоря о грядущей биотехнологической революции (Avisé 2004; Das 2007; Harris 2010; Holdrege 2010; McCabe L., McCabe E. 2008; Phillips, Su 2009)<sup>1</sup>. Однако, как помнит читатель, мы считаем, что при первичном прорыве в завершающей фазе кибернетической революции биотехнологии будут играть свою роль прежде всего в качестве важной части комплекса, направленного на лечение, то есть главной все-таки будет роль медицины.

Выделяют следующие периоды развития биотехнологии:

- 1) до 1917 г. – период «традиционного» микробиологического производства;
- 2) с 1917 до 1973 г. – период создания научных предпосылок для современной биотехнологии (Глик, Пастернак 2002). Он дополнительно делится на две

---

<sup>1</sup> Добавим, нередко наряду с нанотехнологиями. В Главе 7 мы уже говорили об идее NBIC-конвергенции, то есть конвергенции нано-, био-, информационных и когнитивных технологий, которую ряд исследователей (см.: Lynch 2004; Bainbridge, Roco 2005; Dator 2006; Ковальчук 2011; Акаев 2012) также рассматривает как основу будущего шестого технологического уклада (о нем см. Приложение 2).

части: с 1917 по 1940 г. – это в своем роде «инкубационный» подпериод, когда биотехнологии уже активно использовались, но в целом не играли значительной роли в промышленности и экономике; с 1940 по 1970-е гг. – биотехнология становится уже заметной отраслью промышленности;

3) с 1970-х гг. по настоящее время – период современной биотехнологии, внедрение научных разработок в биотехнологическое производство<sup>2</sup>.

Такая периодизация хорошо укладывается в нашу концепцию кибернетической революции. Фактически начиная с 1940-х и до 1970-х гг. можно говорить о быстром развитии биотехнологий как части общего процесса научно-информационной фазы кибернетической революции. Но наиболее мощно они стали развиваться уже с 1970-х гг. на собственной базе кибернетической революции.

### 9.1. БИОТЕХНОЛОГИЯ ДО НАЧАЛА КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Несмотря на то что биотехнология – достаточно новая отрасль, период «традиционного» микробиологического производства берет свое начало еще в каменном веке: дрожжевой хлеб, йогурт, пиво, вино, уксус используются с древнейших времен. Первые научные предпосылки биотехнологии заложил Л. Пастер, открывший природу брожения. В конце XIX – начале XX в. активно накапливались знания о микробиологии, которые все больше находили применение на практике. В 1917 г. венгерский инженер К. Эреке ввел термин «биотехнология».

Как и многие другие инновационные отрасли, биотехнология зародилась еще на последних этапах промышленного принципа производства. В конце XIX – начале XX в. стали выпускать биоудобрения и биологические препараты для борьбы с сельскохозяйственными болезнями и вредителями, начались промышленные испытания биотехнологических процессов переработки и использования растительных отходов (Волова 1999). Налаживалось производство с помощью микроорганизмов ацетона, бутанола, антибиотиков, органических кислот, витаминов, кормовых белков и т. д. (Егорова, Самуилова 1987).

*1930–1940-е гг. ознаменовались предпосылками для перехода к кибернетической революции.* В это время начинается промышленное производство некоторых витаминов, например витамина С. Зарождается производство препаратов, полученных биотехнологическими методами. Первым массовым биотехнологи-

<sup>2</sup> В целом похожую периодизацию дают и другие исследователи. Например, на 3-м съезде Европейской ассоциации биотехнологов (Мюнхен, 1984 г.) голландский ученый Е. Хаувинк разделил историю биотехнологии на 5 периодов, или эр:

- **Допастеровская эра (1865 г.).** Использование спиртового и молочнокислого брожения при получении пива, вина, хлебопекарных и пивных дрожжей, сыра; получение ферментированных (квашеных) продуктов и уксуса.
- **Послепастеровская эра (1856–1940 гг.).** Производство этанола, бутанола, ацетона, глицерола, органических кислот и вакцин; аэробная очистка сточных вод; производство кормовых дрожжей на углеводах.
- **Эра антибиотиков (1941–1960 гг.).** Производство пенициллина и других антибиотиков путем глубоинной ферментации; культивирование растительных клеток и получение вирусных вакцин; микробиологическая трансформация стероидов.
- **Эра управляемого биосинтеза (1961–1975 гг.).** Производство аминокислот с помощью микробных мутантов; получение чистых ферментов; промышленное использование иммобилизованных ферментов; анаэробная очистка сточных вод и получение биогаза; производство бактериальных полисахаридов.
- **Эра новой биотехнологии (после 1975 г.).** Использование генной и клеточной инженерии в целях получения агентов биосинтеза. Получение гибридов, моноклональных антител, гибридов из протопластов и меристемных культур, микроорганизмов с катаболическими плазмидами.

ческим производством считается получение пенициллина, которое было запущено в 1943 г. Мировая война выявила острую необходимость в налаживании массового производства дешевых лекарств, пищевых продуктов и витаминов.

## 9.2. НАЧАЛЬНАЯ ФАЗА КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

### 9.2.1. Становление биотехнологии как крупной отрасли промышленности

Напомним, 1950-е гг. являются началом кибернетической революции (ее научно-информационной фазы), когда *получает системное выражение целый ряд тенденций, которые являлись несистемными по отношению к предшествующему принципу производства*. В этот период биотехнология окончательно становится промышленным сектором, быстро растущим и оказывающим влияние на всю экономику. Продукты биотехнологии применялись очень широко<sup>3</sup>. В первые десятилетия после Второй мировой войны было организовано крупномасштабное производство аминокислот, кормового белка одноклеточных (из нефти и отходов целлюлозно-бумажной промышленности), освоено культивирование клеток животных и растений. Уже с конца 1940-х гг. началась организация массового производства антибиотиков. Они нашли широкое применение не только в медицине, но и в сельском хозяйстве для лечения животных и растений, в качестве биодобавок в корма. С помощью мутаций были созданы высокоэффективные формы антибиотиков. Клетки микроорганизмов стали широко использоваться для получения лекарственных веществ стероидной природы<sup>4</sup>, были организованы крупные производства вакцин (Волова 1999). Производство лекарственных препаратов стало успешным, а также очень прибыльным направлением (Тейлор и др. 2004), поэтому в данную отрасль устремились капиталы и научные силы. Количество медикаментов, полученных биотехнологическим методом, или так называемой «красной» биотехнологией, начало неуклонно расти. Биотехнология стала мощным подспорьем сельскому хозяйству, с помощью ее методов стали производить многие органические соединения, корма, добавки, витамины, аминокислоты, гормоны, осуществлять защиту от вредителей<sup>5</sup>. С ее помощью также получают биоудобрения, органические кислоты, альтернативные источники энергии, утилизируют биологические отходы. Промышленное биотехнологическое производство стало возможным еще и за счет высокой степени автоматизации процессов. Автоматизация, как мы уже говорили ранее, –

<sup>3</sup> Вот цитата из книги одного из менеджеров очень известной компании «Ф. Хоффман-Ля Рош Лтд.» о ее деятельности в начале 1960-х гг. Они продавали тонны химикалий и витаминов «клиентам фирмы для изготовления таблеток, поставляли тонны витаминов А, Д и Е, которые шли в качестве добавок в муку и маргарины, витамин С – в прохладительные напитки, пиво и вино (для стабилизации) или в консервированное и свежее мясо. Большинство витаминов шло в корм для скота (производство добавок в корма, особенно для интенсивного животноводства, было самой важной областью деятельности компании)». Кроме того, с конца 1950-х гг. компания производила крупные партии транквилизаторов либриума и валиума (Адамс 1986: 33, 60).

<sup>4</sup> Стероиды – вещества животного, реже растительного происхождения, обладающие высокой биологической активностью. При трансформации стероидов с помощью микроорганизмов получают нужные продукты, в том числе гормоны.

<sup>5</sup> Биотехнологии повышали возможности селекции, что вместе с другими передовыми сельскохозяйственными технологиями способствовало совершению так называемой «зеленой революции» 1940–1970-х гг., которая привела к быстрому росту урожайности зерновых в ряде развивающихся стран, таких как Мексика, Индия, Пакистан и др. О «зеленой революции» мы говорили в *Главе 5*.

одна из ключевых характеристик кибернетической революции в ее начальной фазе.

### **9.2.2. Биотехнология и генная инженерия. Фундаментальные открытия в области биотехнологий**

Как уже говорилось, генную инженерию часто отождествляют с биотехнологией, хотя последнее является более общим понятием и включает в себя различные методы воздействия на организмы с целью получения полезных свойств и продуктов. Однако генная инженерия стала настолько важной, что необходимо выделять ее в отдельное направление. Генетическая эра началась с 1953 г., когда Дж. Уотсон и Ф. Крик определили структуру молекулы ДНК. Это заложило основу понимания роли генетической информации и принципиальной возможности направленного переноса генов из одного организма в другой. Изменение наследственной информации открыло колоссальные перспективы, пожалуй, превосходящие самые смелые фантазии вроде тех, что явил миру Герберт Уэллс в своем романе «Остров доктора Моро». Далее открытия в области генома сыпались как из рога изобилия<sup>6</sup>. Но естественно, что от открытий до промышленного использования должны были пройти десятилетия.

1970–1990-е гг. (завершение начальной и переход к средней фазе кибернетической революции) также ознаменовались целой волной открытий в области молекулярной биологии.

Был открыт способ «разбора» ДНК и РНК на составляющие части (нуклеотиды) и сбор их определенным методом в нужной последовательности. Так стали получать рекомбинантные ДНК с любой необходимой последовательностью генов. За это выдающееся открытие ученым П. Бергу, У. Гилберту и Ф. Сенгеру в 1980 г. была присвоена Нобелевская премия. Уже в 1978 г. был получен рекомбинантный инсулин (один из первооткрывателей рекомбинантной ДНК Ф. Сенгер еще в 1958 г. был удостоен Нобелевской премии за открытие структуры инсулина).

В 1983 г. был открыт элегантный метод переноса ДНК из одного организма в другой. Прием позаимствовали у природы. Оказалось, что некоторые почвенные бактерии имеют особую генетическую структуру – плазмиду. Плазида по своей сути является вирусом, который в процессе эволюционного симбиоза прижился в бактерии. Бактерия при контакте с растением выпускает вирус, который встраивается в ДНК растения и программирует жертву «добровольно» вырабатывать нужные для бактерии вещества. Плазмиду ученые стали использовать как транспортное средство, куда помещают нужные гены и «отправляют» их встраиваться в генетический код организма.

В 1983 г. был открыт метод полимеразной цепной реакции (за что ее открыватель Кэри Муллис в 1993 г. получил Нобелевскую премию). Метод позволил получать большое количество ДНК и РНК нужных размеров и последовательности. Это наряду с умением переносить гены и встраивать их в любой организм открыло уникальные возможности для генной инженерии.

---

<sup>6</sup> Достаточно взглянуть на номинантов Нобелевской премии, чтобы оценить наиболее востребованную область науки того времени. Так, в 1958 г. Дж. Бидл и Э. Тейтем удостоились премии за открытия, касающиеся роли генов в специфических биохимических процессах, а Дж. Ледерберг – за открытия, касающиеся генетической рекомбинации и организации генетического материала у бактерий. В 1959 г. С. Очоа получил премию за открытие механизмов биологического синтеза рибонуклеиновой и дезоксирибонуклеиновой кислот.

Схематично методы генной инженерии можно описать как вырезание участка ДНК с интересующим геном у одного организма и перенос его в другой организм. Обычно нужный ген встраивают с помощью специального вируса, который, как и все вирусы, попадая в чужеродную клетку, вклеивается в цепочку ДНК и активно самокопируется. Этим путем сегодня получают важнейшие вещества: белки, ферменты, лекарства и т. д. Генетическая инженерия дала возможность получения новых свойств и на уровне организма.

В результате указанных и ряда других открытий генетическая инженерия становится мощным направлением биотехнологии.

Качественно новый уровень развития биотехнологий с 1970-х гг. означал, что в рамках кибернетической революции они уже явно переросли потенции, заложенные еще промышленным принципом производства, и стали развиваться на новой основе. В последние десятилетия начальной фазы кибернетической революции (1970-е – начало 1990-х гг.) биотехнология стала уже довольно значимой промышленной отраслью, без которой не могли обойтись сельское хозяйство (как растениеводство, так и животноводство, включая ветеринарию), пищевая и химическая промышленность, фармацевтика и медицина. В 1990-е гг. активно заговорили о биотехнологической революции (которая, конечно, является составной частью кибернетической революции). Книга Ф. Фукуямы (Fukuyama 2002) в этом плане стала важным обобщением данных идей.

### **9.3. БИОТЕХНОЛОГИЯ В МОДЕРНИЗАЦИОННОЙ ФАЗЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

**Автоматизация, информатизация и другие успехи.** 1990–2000-е гг. ознаменовались весьма серьезными успехами для биотехнологии как отрасли промышленности<sup>7</sup>. Уже в 1970-е гг. ЭВМ находят применение в автоматизации биотехнологического производства. Очень быстро ЭВМ перестали выполнять вспомогательную роль, став основой автоматизации (Зудин и др. 1987). С помощью микропроцессоров было сконструировано множество приборов для биотехнологии, особенно для работы с ДНК. В связи с мощным развитием ИКТ, появлением удобных компьютеров и программ процессы автоматизации в биотехнологическом производстве и исследованиях на модернизационной фазе кибернетической революции достигли нового уровня как в области производства, так и в сфере научных исследований, в результате чего производительность, точность и т. п. параметры увеличились в значительной степени. В частности, фабрики по производству биотехнологической продукции со временем требовали все меньшего участия человека. При массовом производстве лекарств и сельскохозяйственной продукции это значительно удешевляет продукт, делая его более доступным.

Программное обеспечение для нужд генной инженерии стремительно совершенствуется, что является одним из многих примеров конвергенции направлений кибернетической революции<sup>8</sup>. Сегодня специалисты, не отходя от компь-

<sup>7</sup> К примеру, рынок кормов для домашних питомцев, где также используются биотехнологии, ежегодно возрастает на 4–5 %, составляя только в Европе десятки миллиардов долларов (см., например: Бесланев 2006).

<sup>8</sup> Развитие программного обеспечения также стремительно происходит и в других направлениях кибернетической революции: нанотехнологии, медицине и, конечно же, в информационных технологиях.

ютера, подбирают нужный ген, моделируя его встраивание и поведение при трансформации. Появились приборы для автоматического выделения, очистки ДНК и разделения на нужные фрагменты, переноса гена и т. д. Секвенаторы (приборы для разделения цепи нуклеиновых кислот на составляющие их нуклеотиды), раньше занимавшие внушительную часть лаборатории, стали выпускаться в виде USB-флеш-накопителя, что является также примером миниатюризации (Oxford... 2013).

Как уже было сказано выше (Глава 8), качественно важным стал прорыв в соединении микроэлектроники и биотехнологий, что позволило создать множество биосенсоров и биочипов (напомним, что последние, по сути, являются микролабораториями, позволяющими одновременно проводить сотни анализов). Очень интересно, что из информационных технологий были взяты некоторые способы нанесения информации на чип: одни осуществляются с помощью роботов наподобие того, как штампуются электронные чипы, другие – с помощью устройств вроде струйных принтеров. Это показывает, как происходит интеграция технологий на модернизационной фазе кибернетической революции.

Неудивительно, что в этот период укрепляются направления, связанные с генетической модификацией и клонированием, зародившиеся на предыдущей фазе. Клонировются организмы, с помощью генетических модификаций начинают лечить ряд болезней. Быстро росло производство генно-модифицированных продуктов (ГМО), о которых мы будем говорить далее.

**Фармацевтика и фармакология.** Объем производства лекарств и препаратов в мире неуклонно растет. Так, производство пенициллина с 1940-х гг. выросло в 2000 раз. Быстро растет также и фармацевтическая отрасль в целом. Только в США с 1950-х по 2000-е гг. число фирм, производящих лекарственные препараты, выросло более чем в 7 раз (Demire, Mazzucato 2008). Большинство развитых стран в настоящее время делают ставку на разработку лекарственных препаратов и вкладывают в них большие средства (Baker 2013). Огромные средства тратятся также на продвижение этой продукции. В США, например, фармацевтические компании ежегодно расходуют на эти цели около 20 млрд долларов (Moynihan 2003; Кондратьев 2011).

Все время с начала кибернетической революции фармакологическая отрасль росла очень быстро. Только за последние 15 лет доходы фармакологических компаний более чем удвоились (Revenue... 2015). Фармакологическая отрасль остается одной из самых прибыльных, с рентабельностью продаж на уровне 17 % (*Ibid.*). Соответственно быстро растет и потребление лекарств. По данным Всемирной организации здравоохранения, мировое производство медикаментов с 1985 по 1999 г. выросло в денежном соотношении в 4,5 раза – до 327 млрд долларов (WHO 2004). А к 2006 г. – еще вдвое, и общий объем мирового рынка лекарств оценивался к тому времени в 640 млрд долларов, из которых почти 50 % приходилось на США (Глумсков 2007: 9; Кондратьев 2011). В 2012 г. объем мирового фармацевтического рынка составил около 1 трлн долларов США (Щетко 2014), и с тех пор он продолжает расти. Только в России он в настоящее время составляет 25 млрд долларов, или 1,3 трлн рублей (Жулина 2015). В 2014 г., согласно данным американского Института информации в области здравоохранения, только лекарств от рака в мире продано на 100 млрд долларов. К 2018 г. оборот рынка этих лекарств

может достигнуть \$147 млрд (Объем... 2015). Правда, в прогнозах предполагается замедление роста фармацевтического рынка в ближайшие годы (Щетко 2014; Фармацевтическая промышленность... 2013), что объясняется проблемами, указанными ниже.

Однако динамика роста разных групп медикаментов существенно различается и имеет свои особенности. Например, очень быстро увеличивается производство так называемых дженериков, то есть лекарств, патентная защита на производство которых уже не действует (Глумсков 2007). Предполагается, что объем мирового рынка производства таких лекарств будет возрастать, как и его доля, которая превысит половину рынка (Щетко 2014). Быстрый рост объясняется тем, что на этот рынок активно выходят растущие экономики развивающихся стран, например Индии и Китая. Такой рост характерен именно для модернизационной фазы производственной революции, как и противоположная тенденция, описанная ниже. Правда, ведущие западные фармацевтические компании и действующие под их влиянием политики пытаются принудить развивающиеся страны сократить объем такого рода производства.

Наряду с производством лекарств, биодобавок к кормам и т. п. развился рынок биологически активных добавок (БАДов) для людей (и даже на этой почве бурно развивается новая, пограничная между наукой о питании и фармакологией область знаний, которую можно назвать фармаконутрициологией). В этом, несомненно, проявились успехи биоорганической химии и биотехнологии, позволившие получать в достаточно очищенном виде биологически и фармакологически активные компоненты практически из любого биосубстрата (микроорганизмов, растений, животных). Кроме того, благодаря новым технологиям удалось расшифровать механизм действия и особенности биотрансформации многих природных соединений в эффективные лекарственные формы. Отметим, правда, что здесь между биотехнологиями и реальной медициной существуют некоторые противоречия, поскольку медики относятся к БАДам амбивалентно, а нередко и достаточно враждебно.

**ГМО и биотопливо.** Объемы производства ГМО в продукции растениеводства быстро растут, оно стало уже весьма значимым сегментом сельского хозяйства. Рост цен на энергоносители привел к быстрому росту производства биотоплива, в том числе из ГМО-продуктов (однако падение цен на нефть и газ снижают потребность в биотопливе). Подробнее о генетически модифицированных продуктах, ставших едва ли не символом достижений и проблем биотехнологии, принципах их производства, борьбе вокруг них будет сказано ниже в отдельном параграфе.

С помощью биотехнологии получают относительно дешевые альтернативные источники энергии. Нельзя сказать, что биотопливо – это нечто новое в истории человечества, поскольку дрова, хворост и т. п. использовали с незапамятных времен. Но сейчас крайне важно, что это возобновляемый ресурс, объемы производства которого стали велики именно благодаря биотехнологиям. В настоящее время в мире его производят в объеме более 100 млн тонн (в основном в США, Европе и Бразилии). Биотопливо сегодня составляет 10 % от всей вырабатываемой энергии, однако, возможно, его применение вырастет более чем в 10 раз к 2035 г. Правда, большинство биомассы для биотоплива (80 %) получа-



ется из отходов леса (Kopetz 2013). Стремление для поддержания экологического баланса планеты сократить использование древесины может серьезно отразиться на данном источнике альтернативной энергии. Но в качестве биотоплива (например, для производства так называемых пеллет – небольших цилиндрических гранул, которые используются в промышленных и бытовых целях как топливо) активно используют и отходы сельского хозяйства и пищевой промышленности (например, на Украине производит около 1,4 млн тонн топливных пеллет на основе лузги подсолнечника).

**Создание новых материалов и веществ.** В 1940–1970-е гг. основным направлением было налаживание промышленного производства известных веществ (например, витаминов) или их аналогов, однако вместе с этим осуществлялось стремление создавать соединения, не существующие в природе. Примером таких веществ может послужить хумалог (Humalog) – широко применяемый синтетический аналог человеческого инсулина (Woollett 2012). Данная последовательность напоминает развитие химии: сначала люди научились производить известные вещества, а затем и искусственные материалы.

Биотехнология позволяет получать ранее неизвестные новые продукты. Например, растет производство биопластика. Главное достоинство этого материала в том, что в отличие от обычного пластика он может разлагаться, иными словами, входит в круговорот веществ в природе. Безусловно, это важный шаг на пути создания в будущем саморегулирующихся и самоочищающихся экологических систем. Таким образом, основная цель производства биопластика – сохранение экологии, уменьшение производства товаров из невозобновляемых ресурсов и сокращение выбросов диоксида водорода в окружающую среду. Ассортимент продукции, сделанной из биопластика, очень широк. В период с 2000 по 2008 г. мировое потребление биоразлагаемых пластиков на основе крахмала, сахара и целлюлозы увеличилось на 600 % (Ceresana Research 2011). В 2010 г. объем их производства составил 700 000 тонн (В 2011 году... 2011), сегодня он превышает 1 млн т (Ашпина 2014). Появляются технологии производства биопластика не из сахарозы, а из глицерина, что существенно сократит отходы при производстве самого биопластика (Предложена... 2014).

**Рост биотехнологических компаний.** С биотехнологией связано большое количество различных отраслей, в частности химическое производство (полисахариды, биодegradуемые полимеры, биокатализ, а также создание новых материалов, например биопластиков), энергетика, сельское хозяйство, городское хозяйство (например, в сфере переработки мусора), отрасли, связанные с длительным хранением продукции, медицина и фармакология, нанотехнологии, косметология, военная отрасль. Биотехнологии также активно входят в быт широких масс людей, применяющих биодобавки и витамины, использующих в диете специальные продукты, а также особого рода косметические продукты и т. д.

Поэтому неудивительно, что биотехнология становится быстрорастущим сектором, в который многие страны стали вкладывать значительные средства. Компания Ernst & Young, вот уже около 30 лет занимающаяся подробным анализом биотехнологического рынка, отметила, что с 2000 г. начался особенно резкий его подъем. С 2000 по 2005 г. мировые доходы в области биотехнологий удвоились и составили 50 млрд долларов. А в 2013 г. доходы в биотехнологиях

только в США, Европе, Канаде и Австралии составили около 100 млрд долларов (Giovanetti *et al.* 2013). С 2008 г. большинство инвестиций в биотехнологию стали относить к R&D, то есть к инновациям. Это означает, что отрасль имеет большой инновационный потенциал, который отмечается практически всеми исследователями. В настоящее время акции биотехнологических компаний являются одними из самых быстрорастущих в индексе высокотехнологичных компаний НАСДАК (NASDAQ; см., например: Анализ Gilead Sciences 2015). Капитализация Nasdaq Biotech Index на март 2015 г. составляла более 1 трлн долларов<sup>9</sup>. Правда, рост ряда таких компаний может оказаться «пузырем», но очень вероятное схлопывание такого «пузыря» пойдет отрасли только на пользу (как это случилось с интернет-компаниями во время возникновения «пузыря» интернет-технологий в 2000 г.).

#### **9.4. ПРОТИВОРЕЧИЯ РАЗВИТИЯ ДО НАЧАЛА ЗАВЕРШАЮЩЕЙ ФАЗЫ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ (2010–2020/2030-е гг.)**

##### **9.4.1. Генетически модифицированные продукты и сложности адаптации ряда биотехнологических инноваций в обществе**

Перспективы биотехнологии весьма значительны. Поскольку она тесно связана с микробиологией, а микроорганизмы присутствуют везде, то даже в этом отношении сфера применения биотехнологии будет безгранична (от космических нужд до добычи и переработки полезных ископаемых). Как уже сказано, в настоящее время биотехнология стала существенной частью технологии многих отраслей, а в пищевой промышленности практически нет направлений, в которых бы она не применялась. При этом возможности создания самых разных модификаций продуктов, вариативность композиции их пищевых свойств, состава, степени натуральности и т. п. стали практически безграничными. Этим часто пользуются недобросовестные производители. Не исключено, что в будущем в свободную продажу поступят приборы, способные измерить степень натуральности, экологичность продуктов, содержание в них ГМО и т. п.

Биотехнологии теснейшим образом связаны с медициной и нанотехнологиями, они станут одним из главных фронтов, где развернутся завершающая фаза кибернетической революции и последующие эпохи (2030–2070-е гг.). Однако даже в ближайшие полтора-два десятилетия до начала кибернетической революции можно ожидать не только существенных успехов на фронте биотехнологий, но и нового накала общественной борьбы, а также ожесточенной конкуренции между различными силами. Это связано с двумя важнейшими тенденциями, характерными для модернизационной фазы производственной революции: 1) мощным распространением новых технологий с одновременным их усовершенствованием; 2) усилением противостояния общества в отношении многих

<sup>9</sup> Капитализация, подчеркнем, огромная. И то, что она превышает капитализацию других инновационных направлений, кроме компьютерного, подтверждается фактом, что на бирже НАСДАК существуют только три специализированных рынка: Nasdaq Biotechnology Index – для медицинских и фармацевтических компаний; Nasdaq Computer Index – для компаний, разрабатывающих программное и аппаратное обеспечение для компьютеров; Nasdaq Telecommunications Index – для телекоммуникационных компаний. Все остальные входят в сводный индекс Nasdaq Industrial Index – для промышленных компаний.

изменений. Для того чтобы началась завершающая фаза производственной революции, развитие технологий на модернизационной фазе должно достичь очень большого разнообразия и «плотности». А с учетом того, что биотехнологии – это инновационные отрасли, любые страны, которые хотят вырваться вперед, будут обязаны так или иначе их развивать. Следовательно, с одной стороны, мы будем наблюдать в ближайшие 15–20 лет весьма широкое вторжение биотехнологий в нашу жизнь, с другой – такое наступление, несомненно, усилит общественную, дипломатическую и экономическую борьбу против изменения традиций, национальных особенностей, реального или мнимого вреда и т. п. Такое движение против клонирования, ГМО, компьютерной селекции и т. п. уже имело и имеет место в разных странах. Рассмотрим это более подробно на примере ГМО (о клонировании мы еще будем говорить подробнее).

**Генетически модифицированные организмы (ГМО)** позволили существенно снизить затраты, повысить урожайность, сэкономить на отказе от долгой селекции. С помощью генетической модификации получают растения, устойчивые к вредителям, например картофель – к колорадскому жуку, снижают восприимчивость к засухе, холоду и другим природным стрессам. Один из самых распространенных и обсуждаемых методов генетической трансформации – перенос в растение гена устойчивости к химическому гербициду Roundup (Williams *et al.* 2000; Richard *et al.* 2005). В результате при обработке Roundup генетически модифицированные сельскохозяйственные растения остаются невредимыми, а сорняки погибают. Генетически модифицированные организмы обычно дешевле по стоимости и в производстве. Анализ мирового экономического эффекта использования биотехнологических культур показывает рост доходности благодаря двум источникам. Во-первых, это сокращение производственных затрат (до 50 %) и стабилизация или сокращение сельскохозяйственных площадей. Во-вторых, значительная прибавка урожая (теоретически в случае снятия запретов на распространение ГМО потенциально мировой ВВП мог бы вырасти на 200 млрд долларов США [см.: Камионская 2011]). Однако недоверие и подозрительность в отношении ГМО-продуктов широко распространены в обществе (как в плане опасений употребления их в пищу, так и в плане экологического загрязнения). В то же время пока сложно сказать, насколько они обоснованы, поскольку нет точных данных ни об их вреде, ни о безвредности.

Однако следующая история может показать, насколько далеко готовы зайти стороны в борьбе за свои интересы. Некоторое время назад французский профессор Жиль-Эрик Сералини заявил, что в ходе научных экспериментов кормление крыс продуктами ГМО вызывало у них серьезные проблемы со здоровьем, в том числе опухоли. Неясно, насколько обоснованы были такие выводы (хотя у Сералини теперь появились сторонники). Но важно, что первоначальные выводы проведенного Сералини исследования продуктов ГМО были скрыты от научной общественности в результате серьезных PR-атак со стороны Monsanto и всей биотехнологической индустрии, которые даже включали появление новой штатной должности в журнале Food and Toxicology – младшего редактора по биотехнологиям. Характерно, что эту вакансию сразу же занял бывший сотрудник Monsanto, который помог убедить редакцию не публиковать выводы этого исследования. Однако Сералини подал в суд иск о клевете и выиграл его в конце

2015 г. Верховный суд Парижа 25 ноября 2015 г. предъявил обвинение бывшему председателю Комиссии биомолекулярных исследований Франции Марку Фаллоусу в «подделке документов» и «использовании фальсификации». При этом не было опубликовано никаких подробностей. Но согласно информации с веб-сайта Сералини, Фаллоус использовал или копировал подпись ученого без его согласия, пытаясь доказать, что группа исследователей под руководством Сералини получила неверные результаты в своих исследованиях ГМО-продуктов компании Monsanto, в том числе генно-модифицированной кукурузы. Это стало второй судебной победой команды профессора после выигрыша в суде 6 ноября дела по иску о клевете к французскому журналу *Marianne*, опубликовавшему статью, в которой исследования Сералини названы «научным мошенничеством». Понятно, что такого рода научные замалчивания, попытки цензурирования со стороны биотехнологических корпораций и должностные подлоги не могут не вызывать подозрений у противников ГМО (Ученый, обнаруживший... 2015; развернутую критику экспериментов Сералини см.: Панчин 2016: гл. 7).

Поэтому неудивительно, что ГМО имеет большое число противников. Многие страны запрещают или ограничивают их производство и распространение, делают обязательной маркировку. В европейских странах уже в 1990-х гг. были приняты директивы, которые фактически предполагали оценку новых продуктов биотехнологии на основе «принципа осторожности», который фактически устанавливает «презумпцию виновности» для продуктов, пока не будет доказана их невиновность в потенциальной угрозе для окружающей среды или общественного здоровья (см.: Фукуяма 2004). В настоящее время, когда ведутся активные переговоры по поводу Трансатлантического торгового и инвестиционного партнерства между США и Евросоюзом (ТТИР), проблема ГМО (когда американские ГМО-продукты хлынут в Европу) является одной из самых сложно решаемых.

Платформой для трансгенных манипуляций стало открытие удивительного сходства генома практически всех живых существ. Соответственно термин ГМО, пугающий большое количество людей, практически стал синонимом трансгенов. Однако заметим, что трансгеноз – только один из многих методов изменения генетического состава организмов (о методах трансгеноза у животных и растений см., например: Патрушев 2000: гл. 10). Другие, такие как гибридизация, полиплоидия и т. п., применяются издавна, начиная с аграрной революции (см., например: Борлоуг 2001). В последние десятилетия они дали миру множество высококачественных сельскохозяйственных сортов. Продукты таких растений тоже, естественно, являются генно-модифицированными и часто из-за недостаточной компетенции чиновников попадают под несправедливые запреты.

Связанные с ГМО проблемы, реальные и мнимые, требуют особого рассмотрения. Однако понятно, почему многие развивающиеся страны переходят к их интенсивному выращиванию, не дожидаясь результатов долгих исследований. Эти проблемы в сравнении с проблемой голода или недоедания кажутся им менее важными. К тому же выращивание ГМО дает большие возможности для бизнеса, занимающегося их производством. В результате начиная с 2010 г. развивающиеся страны уже обогнали развитые по сумме территорий, занятых под выращивание ГМО-культур (Clive 2011). Генетически модифицированные растения сегодня выращивают на 175 млн гектаров по всему миру, что составляет 13 % всех возделываемых площадей (Маршан 2015). Несомненно, данное про-

изводство будет расти, поскольку это один из важных способов решения продовольственной проблемы. Биотехнологическое производство дает более дешевый пищевой продукт, повышает урожайность в местах, ранее непригодных для возделывания сельскохозяйственных культур. Получение новых признаков у сельскохозяйственных животных и растений значительно экономит время и затраты на долгую селекцию. Возможности генетически модифицированных животных и рыб велики, но они же вызывают и соответствующие опасения (об этом см., например: Маршан 2015).

Обязательно надо отметить, что такие опасения в обществе – это вполне естественно, нормально и во многом полезно, хотя бывает, что консерватизм подавляет прогресс. Именно в рамках этой борьбы, подобного рода коллизий могут появиться важные в перспективе решения, которые не только будут способствовать достижению какого-либо баланса, но и дадут импульс для развития (вспомним, что запрет импорта хлопчатобумажных тканей в Англию послужил спусковым крючком для развития ее собственной хлопчатобумажной промышленности, ставшей колыбелью промышленного переворота). Именно в таком противостоянии, как мы увидим ниже, сегодня развиваются компании по производству лекарств, но вполне возможно, что в ближайшие пять – пятнадцать лет наметится более заметный тренд к персонализации лекарств и медицинских процедур. Наиболее продвинутые корпорации уже ищут пути к этому.

#### **9.4.2. Фармацевтика между массовостью и индивидуализацией**

**Системные проблемы фармацевтики.** В последнее десятилетие наблюдается снижение официально допущенных биофармацевтических продуктов, подтверждающихся патентом. С другой стороны, число препаратов, проходящих клинические испытания, постоянно растет (Woollett 2012).

Как уже было сказано, биотехнологические (они же фармацевтические) корпорации показывают очень быстрый рост капитализации на биржах в 2013–2015 гг. Кроме того, наблюдается бум публикаций по биомедицинской тематике: более миллиона научных работ только за 2014 г. указывают на многообразие разрабатываемых технологий (Сайгитов 2015). В то же время многие обозреватели отмечают, что сокращаются расходы на разработку новых лекарств, так как на разработку нового лекарства корпорации тратят, по разным подсчетам, до 1,5 млрд долларов, (например: Щетко 2014), а иногда и до 3 млрд (Сайгитов 2015), а сроки создания нового лекарства вместе с тестированием увеличиваются на 10–17 лет. Соответственно и количество принципиально новых лекарств не только не растет, но падает, прорывные открытия отсутствуют (см., например: Сайгитов 2015; Мартюшев-Поклад 2015). В частности, одной из важных конкретных причин снижения выпуска биостимуляторов является усиление контроля над их производством. И, вероятно, проблема наращивания производства безопасных лекарств в ближайшие десятилетия только обострится, ее решение также будет одним из стимулов для мощного рывка (как это произошло в период начала промышленной революции).

Все это напоминает ситуацию с техническим прогрессом в XVII–XVIII вв., когда различные цеховые ограничения стояли на его пути. При этом ни в коем случае нельзя думать, что только обскурантизм и невежество продуцировали

эти запреты. За ними стояли вполне практичные и в целом верные вещи. Во-первых, борьба за высокое качество продукции. Ведь члены цехов обязаны были соблюдать качество, а внецеховое производство очень часто выдавало хотя и дешевые, но низкокачественные вещи (что, собственно, мы нередко наблюдаем и сегодня). Во-вторых, борьбу за сохранение определенного уровня доходов и, как сказали бы сегодня, рабочих мест, чему явно грозило внецеховое производство. Тем не менее, несмотря на локальные победы, в целом противодействовать мануфактурному и машинному производству для цехового ремесла было невозможно. И в итоге, как мы помним, развитие технологического прогресса пошло в обход цеховых правил<sup>10</sup>. Вот почему можно предполагать, что прорыв к совсем новым рубежам в фармакологии (или аналогичной ей области) может пойти другим путем. Таким образом, возникший кризис в создании новых лекарств в целом можно объяснить теорией производственных революций. *Такого рода кризисы на модернизационной фазе производственных революций создают предпосылки для прорыва на их завершающей фазе.*

Важнейшая причина указанных сложностей в том, что в работе фармацевтических компаний главным остается упор на массовое производство и отсутствует такая важная характеристика кибернетической революции, как курс на индивидуализацию. Это абсолютно объяснимо, ведь столь значительные затраты на разработку нового лекарства требуют огромного рынка для его продажи. В то же время массовые лекарства обладают важным недостатком: коэффициент их действия недостаточен, реально лекарства помогают только части пациентов (от 30 до 50 % [Мартюшев-Поклад 2015]), но чтобы это проверить, человек должен пройти один или несколько курсов лечения. Конечно, и 30 % – не такой плохой результат, но с учетом дороговизны лекарств, заинтересованности врачей в прописывании определенных препаратов, воздействия рекламы, все более частых случаев самолечения и т. п. эффективность лечения существенно снижается. Существуют и серьезные побочные эффекты от приема неправильных лекарств. Только в США ежегодно на ненужные или неправильно назначенные лекарства и процедуры тратится около 210 млрд долларов; еще от 300 до 490 млрд уходит на лечение болезней, которые можно было бы предотвратить изменением образа жизни (Там же). Возможно, эти цифры завышены, но в любом случае они производят впечатление. Общеизвестно также, что развитие фармакологии сопровождается постоянным повышением резистентности микроорганизмов к антибиотикам (Alanis 2005; Spratt 1994). И это делает многие лекарства неэффективными уже спустя сравнительно небольшое время после их выпуска. Есть также данные (тоже, вероятно, завышенные), что от неправильно подобранных лекарств в США в конце 1990-х – начале 2000-х гг. ежегодно умирало более ста тысяч человек (Null *et al.* 2003: Table 1. Estimated Annual Mortality and Economic Cost of Medical Intervention)<sup>11</sup>. Ситуация в этом плане и сегодня удручающая.

Таким образом, отсутствие курса на индивидуализацию дает нам основание предполагать, что прорыв к завершающей фазе кибернетической революции будет осуществляться в биомедицине каким-то иным путем, нежели разработка все

<sup>10</sup> Сегодня биологически активные добавки – одна из форм обхода многочисленных правил, связанных с производством лекарств, в результате чего многие лекарства объявляются БАДами.

<sup>11</sup> В целом ятрогенные факторы (связанные с некавалифицированным медицинским вмешательством) являются одной из важнейших причин смертности в экономически развитых странах (Мартюшев-Поклад 2015).

более дорогостоящих лекарств с пониженным коэффициентом полезного действия. Возможно, в будущем возникнет ситуация, когда с помощью сложных аналитических программ и получения важной индивидуальной информации с помощью датчиков от организма будут определять индивидуальную реакцию на те или иные компоненты препаратов. А затем программы смогут рекомендовать варианты индивидуальных рецептов (в которых может быть подобрана особая комбинация лекарственных ингредиентов для данного индивида). По этим рецептам будут изготавливать лекарства (как это делалось в аптеках до начала промышленного изготовления лекарств, и иногда делается до сих пор). Далее действие вновь изготовленного лекарства опять проверяется на индивиде, пока не будут подобраны правильные ингредиенты и дозы. После чего данный рецепт сохраняется в базе данных. Фактически число комбинаций не будет столь велико, как число людей, и из данной базы случаев и рецептов программы смогут извлекать подходящие даже без детального мониторинга организма по совпадению различных физиологических параметров людей.

**Фармацевтический бизнес ищет выход из трудностей.** Разумеется, уже сегодня в сообществе фармацевтических производителей предлагаются те или иные способы решения указанных проблем. В настоящее время ведется поиск подходов к индивидуализации фармакологии, что получило название персонализации. В частности, на стыке традиционной фармакологии и биотехнологии возникает новая отрасль – фармакогеномика, целью которой является создание персонализированных лекарственных препаратов – «наиболее эффективных лекарств для данного пациента в данное время» (Глумсков 2007: 11; Щетко 2014; Silberglitt *et al.* 2006). Но, конечно, это направление еще находится в эмбриональном состоянии, хотя были предположения, что персонализация медицины и терапии будет достигнута в 2020 г. (Silberglitt *et al.* 2006), очевидно, до этого еще весьма далеко. Весьма любопытным с точки зрения нашей концепции является идея, высказанная двумя представителями инновационного бизнеса К. Васденем и Б. Уильямсом (Wasden, Williams 2012)<sup>12</sup>. Их работа называется «Обладание болезнью: новая трансформационная бизнес-модель для здравоохранения» (“Owning the Disease: A New Transformational Business Model for Healthcare”).

Они предупреждают в скором будущем ураган, который сметет не подготовившиеся к нему компании, а также изменит коренным образом все подходы к здравоохранению в плане его организации и ценностей (*Ibid.*). Их идея состоит в переходе к потребителецентристской модели решения проблемы болезни скорее, чем к традиционной научно-исследовательской и внедренческой модели (*Ibid.*).

Суть модели состоит в стремлении объединить в едином «продукте» (коммерческом предложении) возможность решения всех задач и проблем, которые связаны с диагностикой и лечением конкретного заболевания. Иными словами, пациент получает от одной фирмы весь спектр услуг для решения проблемы со здоровьем в связи с его реальным (или потенциальным) заболеванием<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> Анализ этих идей см. также в уже упоминавшейся работе: Мартюшев-Поклад 2015.

<sup>13</sup> Исходя из бизнес-процессов, которые здесь описываются, перевод на русский язык словосочетания “owning the disease” как «обладание болезнью» не полностью передает смысл идеи. Скорее это должно звучать как «доверительное управление болезнью».

Таким образом, предлагается системный подход (в виде пакета услуг, куда «все включено») в виде системы элементов диагностики, лечения и реабилитации, сопровождения хронического заболевания. В данном подходе учтены такие важные тенденции происходящей кибернетической революции (которые мы не раз уже упоминали), как экономия ресурсов (а системный подход позволяет, по мысли авторов проекта, сокращать расходы) и индивидуализация, поскольку клиенты в медицине все настоятельнее требуют персонализированного подхода и «привязки» оплаты к результату, а не к количеству проведенных процедур. Поскольку компания будет получать оплату за результат, а не за лечение, она заинтересована избежать последнего, когда это представляется рациональным, и заниматься поиском профилактических мероприятий и оптимальных решений.

Среди наиболее подходящих для применения модели «обладания болезнью» следующие хронические заболевания: нарушения обмена (ожирение, диабет), сердечно-сосудистые заболевания (гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца), неврологические заболевания (болезнь Альцгеймера, эпилепсия), болезни дыхательной системы (астма, хронические обструктивные болезни легких). Правда, как правомерно замечает аналитик (Мартюшев-Поклад 2015), зачастую эти болезни развиваются совместно, осложняя их течение, вызывают другие осложнения: например, ожирение часто сопровождается хроническим поражением суставов (артрозами), большинство из перечисленных заболеваний сопровождается депрессией, и т. д. В этом случае, следовательно, системный подход получается неполным.

Поскольку в настоящее время ни одна компания не обладает всем спектром решений для лечения какого-либо хронического заболевания и с учетом того, что более 80 % расходов здравоохранения (в США) приходится именно на хронические заболевания, требующие пожизненного сопровождения, авторы работы справедливо считают, что компания, которая сможет создать платформу для «обладания болезнью», получит стратегическое преимущество перед конкурентами. Данные взгляды показывают, что организация медицинского обслуживания должна измениться, и предвестником этого является все более заметное желание пациентов персонализировать лекарства и медицинские процедуры, а также получить идеологическую поддержку (см., например: Крафт 2012). Однако консерватизм существующей фармацевтической и отчасти медицинской структуры, огромные интересы очень влиятельных сил, стоящих за ними, а также определяющее влияние государства (с учетом лоббизма) делают возможность перехода к вышеописанной модели маловероятной.

### **9.5. ПРОГНОЗЫ РАЗВИТИЯ БИОТЕХНОЛОГИЙ НА ЗАВЕРШАЮЩЕЙ ФАЗЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

Исходя из сегодняшних тенденций и общего смысла развития кибернетической революции, можно наметить будущие вехи развития биотехнологии в период завершающей фазы этой революции (2030–2070-е гг.). Как уже было сказано, она может начаться в сравнительно узкой сфере, откуда затем инновации начнут распространяться и захватывать все новые области.

Разумеется, очень сложно предугадать направление и время совершения конкретных открытий. Повторим, нам представляется, что на самом первом эта-



пе биотехнология как самостоятельное направление будет играть менее важную роль, чем медицина. Она выступит скорее важной составляющей медицинских технологий, способствуя прорыву в области излечения болезней и влияния на организм. Но, вероятно, именно используя биотехнологические достижения, удастся заставить организм побеждать определенные болезни.

#### **9.5.1. Характеристики кибернетической революции в развитии и применении биотехнологий**

**Движение к саморегуляции и самоуправляемым системам.** Самоуправляемость в биотехнологиях проявляется весьма заметно с самого начала ее развития. Возможно, это связано с тем, что биотехнологии развивались сразу как высоконучное направление, а, как мы уже отмечали, именно в науке движение к автоматизации, управляемости процессами и самоуправляемости проявилось едва ли не раньше, чем в других отраслях (уступая разве что военной области). Уже сейчас можно говорить о реализации некоторых принципов саморегуляции на уровне генома. В частности, вместе с полезным геном, например солеустойчивости (Гринин и др. 2010), в растение встраивают специальные гены-контролеры, которые запускают нужный ген только в определенных условиях. Таким образом, налицо прежде не существовавшая самоуправляемая (без участия человека в самом процессе, но контролируемая им) биологическая система, которая, однако, работает так, как нужно людям. В биотехнологиях также применяется саморегуляция для синтеза важных ферментов<sup>14</sup>.

В биотехнологиях самым активным образом привлекаются для развития управляемости различные инновационные технологии. Так, имеются примеры использования роботов как помощников в научных исследованиях по генетике. Например, в 2009 г. в журнале *Science* сообщалось о роботе «Адам», который самостоятельно сделал исследования в области биотехнологий в отношении белковых катализаторов дрожжей *Saccharomyces*, для которых не были обнаружены кодирующие их гены. При этом робот выполнил все стадии научной работы. Это может стать началом совершенно нового подхода к науке. До сих пор ни одна из существующих автоматизированных систем не была в состоянии самостоятельно выполнять все стадии научного процесса (King *et al.* 2009).

В дальнейшем в целом ряде важных систем, связанных с биотехнологиями, будет наблюдаться радикальное развитие саморегуляции и самоуправляемости. Так, вполне вероятно, что в области генетической трансформации в будущем весь процесс получения трансгенного растения будет проходить без участия человека, то есть станет самоуправляемым. При этом в организм будут переносить не отдельный полезный ген, а целый их комплекс, из которого в зависимости от условий окружающей среды будут включаться нужные. Такие технологии могут быть важны для сельскохозяйственных растений, особенно в случае существенных колебаний климата. Появится возможность подбирать наиболее оптимальные вариации семян и рассады для уникальной комбинации погодных условий

<sup>14</sup> За нее Ф. Жакоб и Ж. Моно в 1965 г. получили Нобелевскую премию. Оказалось, что синтез белка в организме – это сложно регулируемый процесс. Французские ученые выяснили, что у кишечной палочки при наличии сахара в среде включается синтез ферментов, необходимых для его метаболизма. Когда сахар заканчивается, синтез ферментов останавливается. Таким образом, сам субстрат является частью регуляторной системы организма. Это стало широко использоваться в биотехнологиях, поскольку дало возможность регулировать синтез необходимых белков и сделать его непрерывным.

и территории. Будут созданы огромные базы данных таких сортов и вариаций. Будет возможным создавать вариации растений даже для отдельных оранжерей, парников или участков по заказу производителей или коллекционеров. В принципе человек сможет придумать себе гибрид комнатного растения, подходящий для интерьера, и заказать его изготовление и доставку. Это же относится и к животным, среди которых гораздо быстрее смогут выводить разные вариации в рамках отдельных пород (либо даже по индивидуальному заказу). Возможно, что селекция животных на основе генной инженерии будет также развиваться в направлении работы, требующей меньшего участия человека.

О возможностях создания в будущем саморегулируемых биологических (и экологических) систем достаточно значительного уровня говорят успехи современной генетической науки и технологии. Уже сегодня генетические модификации позволяют изменять целые популяции. Так, все больше развивается методика распространения генов «подсадными» особями. Например, бесплодные комары внедряются в дикую популяцию, и в результате скрещивания с такими бесплодными особями численность продуктивных насекомых сокращается (Vennedict, Robinson 2003; Ткачук и др. 2011).

**Создание новых материалов и веществ.** Возможность создания самоуправляемых и самонастраиваемых систем с помощью биотехнологий, в частности генетических манипуляций, открывает важное направление в области создания новых материалов с заданными свойствами. Как мы уже говорили, весьма обещающей может быть работа в области усовершенствования биопластика. В настоящий момент производство пластика не из нефтепродуктов составляет пока только 1 %. Эксперты считают, что его производство к 2020 г. будет насчитывать 3,5–5 млн тонн, что, к сожалению, составит лишь примерно 1–2 % от общего производства пластиков (Лешина 2012; Ашпина 2014). То есть говорить о массовом выпуске биопластика пока не приходится (кроме того, сегодня далеко не весь биопластик реально полностью разлагается). Основными препятствиями для использования пластиков, изготовленных на основе сельскохозяйственного сырья, стали их себестоимость (биопластики стоят в 2–7 раз дороже, чем аналоги, полученные из углеводородного сырья) и ограниченные функциональные возможности (чувствительность продуктов из крахмала к влаге, ломкость полиоксибутирата), а также недостаточная гибкость при производстве специализированных пластиковых материалов. Несмотря на трудности, биотехнология дает надежду на более экологически чистую и возобновляемую продукцию, что в долгосрочной перспективе позволит сэкономить ресурсы и продвинуться в решении экологических проблем.

Как мы видели ранее, важнейшим направлением биотехнологий будет создание искусственных антител (искусственного иммунитета), новых (и более персонализированных) лекарственных препаратов, искусственных биологических тканей и органов, модификаций генома и отдельных генов и многое другое, что коренным образом изменит образ жизни человека, существенно трансформирует человеческое тело и его внутренние органы, возможности его здоровья и долголетия, в целом – качества жизни. Но это одновременно создаст множество новых и сложных этических, правовых, гуманитарных и экономических проблем, о которых гораздо правильнее думать заранее.

Потенции биотехнологии позволят заменить в той или иной мере производство естественным путем технологического сырья, получаемого от домашних животных, например кожи. Уже сегодня появляются соответствующие проекты, хотя порой они выглядят фантастически. Например, компания Modern Meadow хочет совершить переворот в швейной промышленности, начав выращивать кожу в лабораториях (Загорский 2012).

Процесс создания биотехнологической натуральной кожи будет включать в себя несколько этапов. Сначала ученые отберут миллионы клеток у животных-доноров. Это может быть как домашний скот, так и экзотические виды животных, которых часто убивают только ради их кожи. Затем эти клетки будут размножены в биореакторах. На следующем этапе клетки будут соединяться в единую массу, которая затем при помощи 3D-биопринтера будет сформирована в слои. Клетки кожи сформируют коллагеновые волокна, а клетки «мяса» образуют настоящую мышечную ткань. Этот процесс займет несколько недель, после чего мышечная и жировая ткани могут быть использованы для производства пищевых продуктов. Несмотря на экзотичность и необычность ситуации, в принципе это весьма похоже на процесс создания искусственного меха, с помощью чего удалось решить проблему изготовления теплой одежды.

В будущем на повестке дня также окажутся возможные изменения в сельском хозяйстве, связанные с созданием новых видов растений и животных (именно эти виды и будут по-настоящему генно-модифицированными), а производство искусственной пищи может, в свою очередь, существенно повлиять на развитие сельского хозяйства.

**Индивидуализация.** Подобно медицине, биотехнология будет развиваться по пути индивидуализации (об индивидуализации, связанной с развитием генной инженерии и влиянием на гены зародыша, мы уже говорили выше). Другой пример индивидуализации – клонирование, ведь оно в теории может позволить индивиду оставить свою точную генетическую копию. Стоит отметить, что клонирование само по себе – весьма распространенное явление в природе. Скажем, из части тела гидры может вырасти полноценный организм. Искусственное клонирование растений представляет собой уже давно известный и хорошо налаженный процесс. Это связано с тем, что растения обладают высокой тотипотентностью, когда из одной клетки можно получить целый организм. Клонирование растений широко используется в коммерческих целях. Например, так получают большое количество всем известных голландских тюльпанов. Однако клонирование животных пока удается плохо.

Одним из первых опыты по клонированию провел в 1948 г. Г. Лопашов, который доказал, что если поместить в яйцеклетку клеточное ядро другой особи, набор генов у эмбриона будет таким же, как у организма, клеточное ядро которого было использовано. Многочисленные эксперименты показали, что если брать ядро взрослой клетки, то эмбрион будет нежизнеспособным. Опыты на лягушках подтвердили, что клонированию подлежат клетки, которые еще не специализировались. Поэтому для клонирования стали использовать стволовые (незрелые клетки) (Gurdon, Colman 1999).

Различают полное и частичное клонирование организмов. Частичное клонирование – наиболее перспективное направление, поскольку может дать возможность получать донорские органы для трансплантации. Клонирование же

целого организма, естественно, вызывает наибольший интерес у публики и жаркие споры о необходимости и допустимости такого рода исследований. К настоящему времени удавалось клонировать свиней, овец, коров, собак и других животных<sup>15</sup>.

Однако, несмотря на громкие эксперименты, особенно с овцой Долли, клонирование вряд ли будет значительно развиваться в ближайшее время из-за серьезных биологических препятствий в отношении этого процесса. Следует заметить, что результаты клонирования из-за стремления к сенсационности сильно преувеличены. Так, овца Долли состарилась в два раза быстрее сородичей, ведь она клонировалась из клетки взрослой особи, возможности которой для деления оказались существенно ниже, чем у эмбриона. В результате животное усыпили. Тысячи экспериментов проводились на различных животных, в том числе более сотни – на человекообразных обезьянах, но называть их по настоящему удачными пока нельзя.

Гораздо более широкие возможности для развития и внедрения на уровне коммерческого производства имеет терапевтическое клонирование, связанное с выращиванием «запасных» тканей и органов, с использованием стволовых клеток (см., например: Джонс б. г.), о чем мы упоминали в *Главе 8*.

### 9.5.2. Развитие биотехнологий и возможность решения некоторых сложных проблем

**Решение продовольственной и других проблем.** Биотехнология, вероятно, поможет в будущем решить многие глобальные вопросы, такие как удешевление производства медикаментов, удобрений, продуктов питания и др., в том числе и экологически чистых продуктов.

С биотехнологией связывают надежды на решение одной из глобальных проблем человечества – *увеличение и удешевление производства пищевых ресурсов*. Эта задача очень актуальна с учетом того, что еще в течение нескольких десятилетий рост населения Земли будет продолжаться (прежде всего в бедных и беднейших странах, особенно в Африке), возможно, достигнув 9 или более млрд человек (см.: Population... 2012). Решение продовольственной проблемы может пойти разными путями, в частности за счет создания в массовом количестве пищевого белка, нехватка которого в рационе остро ощущается во многих обществах. В настоящее время с помощью биотехнологий в основном производится кормовой белок, но уже сейчас есть результаты и по производству пищевых белков или даже искусственного мяса. Однако пока такое производство слишком дорого. Сейчас один грамм лабораторного мяса стоит 1000 долларов (Загорский 2012), однако это тот путь, который проходит продукт от лаборатории до массового дешевого производства.

Важные возможности в плане развития продуктивности (и одновременно экономии ресурсов, например корма) связаны с получением новых признаков

<sup>15</sup> Технология клонирования состоит в том, что из яйцеклетки при помощи микрохирургической операции удаляется ядро и вместо него вводится ядро соматической клетки другой особи (донора), в которой содержатся гены только донорского организма. Однако, по современным представлениям, генетический материал не является константой, он изменяется с возрастом. Таким образом, с переносом ядра взрослой особи переносится ее возраст и накопленные изменения. К тому же показано, что генетические материалы родителей не просто сливаются, а сложно взаимодействуют, навязывая друг другу свои сильные гены. Очевидно, что от этого процесса значительно зависит правильное формирование будущего организма. Подробнее об этой технологии, а также об истории клонирования животных см.: Панчин 2016.

у сельскохозяйственных животных и растений путем модификации генома. В целом, как уже было сказано, успехи в генной инженерии станут одним из наиболее прорывных направлений будущей революции.

**Решение городских и некоторых экологических проблем.** Возможности биотехнологий для решения экологических проблем были осознаны давно. Сформировалось даже особое направление – экологическая биотехнология, по которой написано немало работ и даже учебников (см., например: Форстер, Вейз 1990). Перед биотехнологиями ставились и ставятся, например, такие задачи: создать рациональные и безвредные для человека и среды процессы конверсии продуктов сельского хозяйства в более ценные товарные формы; сыграть значительную роль при создании безотходных технологий. Кое-что в этом направлении уже сделано, но в целом в сравнении с объемом загрязнений пока немного. Однако есть надежда, что развитие биотехнологий все же поможет совершить рывок в этом направлении.

Потенциальный рынок использования *биоремедиации*, то есть применения для нейтрализации загрязняющих веществ живых микроорганизмов (в том числе растений для очистки почв), по данным Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), составляет 75 млрд долларов (Хороненкова 2012), а скорее всего, намного больше. Некоторые технологии биоремедиации действуют достаточно быстро. Так, внесение в почву азотных удобрений после катастрофы танкера у берегов Аляски, что резко ускорило развитие природных микробных сообществ, действовало намного эффективнее обычных способов очистки. Микробы разлагали нефть в 5 раз быстрее. В итоге загрязнение, которое должно было бы отравлять берег до 10 лет, было полностью устранено за 2 года с затратами менее 1 млн долларов (Там же). Вообще проблемы устранения загрязнения вод и почв от нефти очень актуальны. Ежегодно в мире теряется до 3 % всей добываемой нефти, которая соответственно загрязняет окружающую среду (Ахмадиев, Рудакова 2013; о методах биоочистки от нефтяных загрязнений см. там же). Однако использование биоремедиации таит в себе и всякого рода риски и опасности в связи с тем, что может быть нарушен экологический баланс за счет ГМО-организмов или чрезмерных последствий такого вмешательства.

Возможности использования биотехнологий для решения экологических проблем очень велики. Например, в настоящее время используют так называемые микробные биосенсоры. Они перспективны в силу простоты конструкции, надежности и дешевизны исходного материала, основаны на уникальной способности микроорганизмов окислять широкий спектр органических соединений. С их помощью определяют характер и уровень загрязненности вод, например сточных вод мясокомбинатов. Для собственно очистки применяют, в частности, методы биофлокуляции, используя особые группы микроорганизмов (актиномицеты), которые обладают высокой скоростью размножения, мало зависящей от плотности популяции, что выгодно отличает их от других микроорганизмов (Перов и др. 2008).

Несомненно, произойдут важные изменения в плане использования биотехнологий для решения экологических проблем. Здесь можно предположить, что биотехнологии будут внедряться прежде всего в экологию города. Надо учитывать, что в ближайшие десятилетия в городах будет жить, возможно, на 40–50 % больше людей, чем сейчас (см., например: NIC 2012). В условиях быстрого раз-

вития нынешних бедных стран проблемы антисанитарии, заболеваемости и т. п. станут весьма острыми, а с учетом того, что различные болезни быстро распространяются по всему миру, проблемы отдельных стран становятся общими. Среди задач, которые потенциально могут быть решены с помощью развития биотехнологий, вероятны проблемы очистки воды, утилизации мусора, ликвидации бродячих животных. «Разливы нефти, хлорсодержащие растворители, пестициды – почвенные бактерии научились переваривать почти все, что предоставляют им люди, расщепляя их до безвредных конечных продуктов вроде углекислого газа и воды» (Грей, Рэй 2014: 123). Поэтому все активнее, как сказано выше, для очистки воды и почвы применяются микроорганизмы, с их помощью также получают биогаз при утилизации мусора. Поэтому мы полагаем, что в будущем эти и им подобные экологические проблемы будут решены достаточно радикально именно на уровне создания биологических самоуправляемых систем, когда удастся решить целый ряд технических и научных задач.

Таким образом, подобно тому, как в конце XIX – начале XX в. с помощью биотехнологий удалось победить массовые инфекции, в середине XXI в. с помощью новейших биотехнологий, возможно, удастся решить наиболее острые проблемы городов, где будут жить не менее двух третей землян. Но проблема экологических саморегулируемых систем, естественно, не ограничивается городами, она должна быть распространена на очистку водоемов и других экосистем. Создание экологических саморегулируемых систем значительно уменьшит затраты, освободит огромные территории, занятые под свалки, позволит разводить рыбу в самоочищающихся водоемах.

Можно предположить, что важным направлением станет работа в области создания саморегулируемых экологических систем в курортных и рекреационных местах, это обеспечит лучшие условия для отдыха и бизнеса.

## **Глава 10. Нанотехнологии – путь к овладению микромиром**

### **10.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НАПРАВЛЕНИЯ**

**Определение и параметры.** Хотя представления о нанотехнологиях появились сравнительно недавно, человечество активно их использует уже с давних пор. Свойства многих материалов, изготавливаемых в древности, таких как различные эмали, красящие материалы, дамасская сталь и т. п., теперь объясняют особенностью их наночастиц. Что такое нанотехнологии и какую роль они сыграют в грядущей кибернетической революции?

Нанотехнологии – широкое понятие, которое весьма условно можно определить как междисциплинарную область фундаментальной и прикладной науки и основанного на ней производства, разрабатывающую теорию и практические методы исследования, анализа и синтеза, а также производства наноматериалов путем контролируемого манипулирования атомами и молекулами. В отличие от химических реакций, в которых используется одновременно громадное количество частиц, в наноисследованиях работа ведется со сравнительно небольшим их количеством, вплоть до использования отдельных частиц. Из-за обширности понятия нанотехнологий возникает проблема не только их определения, но и классификации нанопродукции, для уточнения которой в Еврокомиссии даже была создана специальная группа.

Сейчас в техническом комитете ISO/TK 229 под нанотехнологиями подразумевается следующее (ISO 2005):

- знание и управление процессами, как правило, в масштабе 1 нм, но не исключающее масштаб менее 100 нм в одном или более измерениях;
- использование свойств объектов и материалов в нанометровом масштабе, которые отличаются от свойств свободных атомов или молекул, для создания более совершенных материалов, приборов, систем, реализующих эти свойства.

Таким образом, главное в нанотехнологиях – использование частиц не больше определенного размера (до 100 нанометров в одном измерении; один нанометр равен одной миллиардной доле метра, или  $10^{-9}$  м).

Почему популярность получили именно наночастицы? Оказалось, что на этом уровне ярко проявляется фундаментальное свойство материи – реализация в различных ее системах часто диаметрально противоположных свойств. Например, на макроуровне золото является проводником, а на наноуровне – изолятором. Частицы некоторых материалов размерами от 1 до 100 нанометров проявляют очень хорошие каталитические и адсорбционные свойства, другие материалы демонстрируют удивительные оптические свойства. На наноуровне изменяется отношение поверхности к объему, меняются свойства материи. В природе существуют наносистемы, например белки и нуклеиновые кислоты, которые способны организовываться в особые структуры, приобретая при этом новые сложные свойства.

Важнейшая особенность нанонауки в том, что она берет курс на работу непосредственно с атомами – составными частицами материи (1 нанометр равен условной конструкции из 10 атомов водорода, выстроенных в ряд). В настоящее время ученые уже научились управлять отдельными атомами и объединять их в блоки. Другими словами, в перспективе, чтобы получить изделие из дерева, теоретически не нужно пилить дерево, а можно заставить атомы «построить» его. Такой подход открывает фантастические возможности создания новых материалов с заданными свойствами. Перспективу этого направления озвучил нобелевский лауреат Р. Фейнман в своем докладе «Там, внизу, много места», сделанном им в 1959 г. в Калифорнийском технологическом институте. Ученый предположил, что возможно механическое перемещение одиночных атомов при помощи манипулятора соответствующего размера, по крайней мере, такой процесс не противоречил бы известным физическим законам. Фейнман предложил способ поатомной сборки объектов, что позволило бы при производстве сократить расходы на материал и затрачиваемую энергию. Это направление было активно поддержано наукой, началась эра открытия нанокompозитных материалов. В настоящее время в качестве атомных манипуляторов предлагаются очень разнообразные и весьма остроумные средства и силы, но до решения вопроса еще очень далеко.

## **10.2. НАНОТЕХНОЛОГИИ КАК РЕЗУЛЬТАТ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ. РОЖДЕНИЕ НАУКИ И НАПРАВЛЕНИЯ**

Как уже было сказано, первые практические шаги в создании нанотехнологий, как и идейное осмысление этого направления, были сделаны в 1950-е гг. (а сам термин, по некоторым данным, впервые был употреблен в 1974 г. японским физиком Норио Танигути). В 1968 г. А. Чо и Дж. Артур, сотрудники научного подразделения американской компании Bell, разработали теоретические основы нанообработки поверхностей (см.: Рыбалкина 2005: 21). Иными словами, нанотехнологии стали одним из результатов кибернетической революции. Однако довольно долго их затмевали другие важные ее результаты. Тем не менее скоро стало ясно, что в нанонаправлении таятся огромные возможности.

В целом характеристики и возможности нанотехнологий как нельзя лучше соответствуют концепции кибернетической революции, что неудивительно, поскольку они являются ее порождением. А этапы развития нанотехнологий как нельзя лучше укладываются в периодизацию кибернетической революции.

1. Начальная фаза кибернетической революции (1950-е – начало 1990-х гг.) – период формирования направления. В отношении нанотехнологий это период с 1959 г., когда Р. Фейнман выступил с идеей сборки из наночастиц новых материалов, до 1990-х гг., когда идея нанотехнологий стала очень популярной. Этот период характерен довольно многочисленными открытиями, большинство из которых, однако, в то время еще не получили значительного применения<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Например, Д. Н. Гаркунов и И. В. Крагельский в 1956 г. описали эффект безызносности. Они обнаружили явление самопроизвольного образования тонкой пленки меди в парах трения между бронзой и сталью у деталей самолетов. Эта пленка снижала износ и уменьшала силу трения в 10 и более раз. Толщина пленки не превышает 100 нм (подобная система работает в суставах). Это пример того, что физические явления при опре-



На данном этапе развитие нанотехнологии во многом определялось созданием устройств зондовой микроскопии и приборов, адекватных размерам направления. Эти устройства являются своеобразными глазами и руками нанотехнолога. В частности, в 1981 г. немецкие физики создали микроскоп, с помощью которого можно увидеть отдельные атомы, а в 1985 г. американские физики разработали технологию, позволяющую точно измерять частицы диаметром в 1 нанометр.

Процесс быстрого практического роста интереса к нанотехнологиям начался на исходе начальной фазы кибернетической революции, в 1980-х гг., с выходом книг Э. Дрекслера «Машины созидания: грядущая эра нанотехнологии» (Drexler 1987<sup>2</sup>) и «Наносистемы: молекулярные машины, производство и расчеты» (*Idem* 1992).

2. Модернизационная фаза (период распространения инноваций) – это период становления «современной нанотехнологии» (1990–2020/30-е гг.). Начало завершающей фазы кибернетической революции в отношении нанотехнологий было связано с масштабным распространением самого термина, который активно подхватили СМИ. Слово «нано» стало особенно часто звучать с экранов телевизоров и мелькать на страницах газет с началом «гонки нанотехнологий». Это означало, что многие страны начали рассматривать нанотехнологию как стратегическую отрасль будущей гегемонии (наряду с другими: биотехнологиями, «зеленой» энергетикой и т. д.). Ее конечная задача – завоевать рынок промышленного производства новых, важных и востребованных технологий, обеспечив себе таким образом долгие годы экономического роста и развития.

Гонка нанотехнологий началась с подачи США, которые включились в соревнование первыми. За ними последовали Япония и западноевропейские страны, затем подтянулись Китай, Южная Корея, Россия, стартовые позиции которой в этой области считаются достаточно хорошими (Дементьев 2008). Соответственно глобальные правительственные инвестиции в эту область за восемь лет с 1997 по 2005 г. увеличились почти в 10 раз, с 432 млн до 4,1 млрд долларов (Alencar *et al.* 2007: 1662). Сегодня десятки стран так или иначе поддерживают данное направление.

При президенте Б. Клинтоне началась разработка первой программы Национального научного фонда США по изучению проблем нанотехнологии. Объясняя заинтересованность в развитии нанотехнологий, Клинтон, в частности, заявил: «Я выделяю 500 млн долларов в текущем финансовом году (2001. – *Авт.*) на государственную нанотехнологическую инициативу, которая позволит нам в будущем создавать новые материалы (превосходящие по характеристикам существующие в тысячи раз), записать всю информацию Библиотеки Конгресса на крошечном устройстве, диагностировать раковые заболевания при появлении нескольких пораженных клеток и добиться других поразительных результатов. Предлагаемая инициатива рассчитана, по крайней мере, на 20 лет и обещает привести к важным практическим результатам» (цит. по: Борисенко, Толочко 2008; см. также: Lane, Kalil 2005). Практически одновременно по поручению правительства аналогичную программу начали разрабатывать в Японии. Там была намечена серия проектов, направленных на разработку приборов нанометрового размера, и самым значительным из них стал проект Angstrom Technology

---

деленных условиях и наноразмерах обретают новые, неизвестные ранее свойства (здесь трение не препятствует движению, а способствует ему).

<sup>2</sup> Русский перевод М. Свердлова см.: [http://scorcher.ru/art/long\\_life/nano.htm](http://scorcher.ru/art/long_life/nano.htm).

Project с объемом финансирования в 185 млн долларов. Он был рассчитан на 10 лет, в его реализации участвовали 80 фирм.

Страны Западной Европы также начали проводить работы в области нанотехнологий в рамках соответствующих национальных программ.

В ФРГ нанотехнологические изыскания поддерживаются в основном Министерством образования, науки, исследований и технологий. В Великобритании руководство этим направлением осуществляет Совет по физико-техническим исследованиям, а также Национальная физическая лаборатория. На английском языке начинают издаваться первые специализированные журналы *Nanotechnology* и *Nanobiology*. Во Франции стратегию развития нанотехнологий определяет Национальный центр научных исследований. Там открылся клуб нанотехнологов, объединяющий ученых и промышленников различных отраслей.

В 1990–2000-е гг. нанотехнологии становятся областью промышленного производства, в процессе нанотехнологической гонки между странами создаются множество программ и целые институты нанотехнологий. Резко увеличивается количество товаров на основе нанотехнологий. Растут инвестиции в исследования, наноматериалы проникают в самые различные области – технику, медицину, транспорт, аэрокосмическую и электронную промышленность и т. д. Однако этот период (по крайней мере до 2008 г.) в основном характеризовался производством и применением нанодисперсных порошков. В целях модифицирования свойств базовых материалов их вводили в самые различные конструкционные материалы: металлы и сплавы, полимеры, керамику, а также в косметику, лекарства и т. д. В настоящее время это достаточно примитивное поколение наноматериалов уже широко освоено производством, и их можно обнаружить во многих товарах. Однако совсем не так много наноразработок нашло свое применение в высокотехнологичных отраслях промышленности.

Нанотехнология – одна из наиболее интенсивно растущих отраслей экономики, а также научно-технических исследований (Atkinson 2003; Das 2007; Davis 2013; Drexler 2013; Kostoff *et al.* 2007; Munari, Toschi 2014; Phillips, Su 2009; Islam, Miyazaki 2009; 2010).

По данным аналитиков BCC Research (2012), объем продаж продуктов нанотехнологий в 2009 г. составил 11,67 млрд долларов. Сейчас он составляет уже около 20 млрд долларов и обещает быстро расти и далее (хотя методики подсчета производства этой отрасли не универсальны и сильно разнятся, на завышение объемов влияет также стремление представить хорошую отчетность).

Ниже мы приводим прогнозы на оставшийся период модернизационной фазы и на завершающую фазу кибернетической революции (2030–2070-е гг.). А следующий параграф посвящен анализу того, какие характеристики кибернетической революции уже проявились в нанотехнологиях к настоящему времени.

### **10.3. КАК ПРОЯВЛЯЮТСЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ В РАЗВИТИИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ**

**Создание новых материалов с заданными свойствами.** Одна из важнейших задач, стоящих перед нанотехнологией, – заставить молекулы группироваться определенным способом, самоорганизовываться, чтобы в итоге получить новые материалы или устройства. Этой проблемой занимается раздел химии – супра-

молекулярная химия. Она изучает взаимодействия, которые способны упорядочить молекулы определенным способом, создавая новые вещества и материалы. Существуют различные процессы самоупорядочивания, одним из которых является электрохимическое анодное оксидирование (анодирование) алюминия, а именно та его разновидность, что приводит к формированию пористых анодных оксидных пленок. В настоящее время открыты различные технологии в области создания нанокomпозиционных конструкционных материалов с различными свойствами, например защитными, самоочищающимися, антибактериальными, экономящими энергию и тепло и т. д.

**Рост самоуправляемости систем. Самоорганизация наночастиц и самоорганизующиеся процессы.** Глубокая связь между свойствами нанотехнологий и ростом самоуправляемости систем обусловлена возможностью поставить процессы самоорганизации материи на службу человеку, заставив молекулы и атомы упорядочиваться определенным пространственным и структурным способом. А получение новых материалов с заданными свойствами – прямой путь к тому, чтобы заставить работать те или иные системы в заданном режиме. Неудивительно, что нанотехнологии дают яркие примеры различных «умных» технологий, которые могут стать компонентами самоуправляемых технологий в будущем. Один из таких примеров – системы самоочистки с помощью нанопокровов. Например, самоочистка сосудов от бактерий или механизм самоочищения стекла автомобиля, обработанного специальными нанополиролями. Нанопокровы модифицируют поверхность таким образом, что капля воды катится по ней, собирая всю грязь, тогда как на гладкой поверхности, наоборот, капля воды, сползая, оставляет грязь на месте. Это называется «лотос-эффект». Идея позаимствована у природы: у растения лотос листья покрыты мельчайшими восковыми выпуклостями и впадинами, так что вода стекает по ним, полностью смывая грязь.

**Миниатюризация** – явление, которое характерно для многих отраслей современного прогресса. Мы видим, что большинство приборов, гаджетов, профессиональных инструментов и т. д. становится компактнее и удобнее. По оценкам Р. Курцвейля, каждое десятилетие мы уменьшаем предметы на 5,6 % линейного размера (Курцвейль 2003). Для нанотехнологий миниатюризация – наиболее очевидная характеристика. Современные процессоры состоят более чем из миллиарда транзисторов, но наноустройства смогут увеличить это число еще в 1000 раз. В настоящее время идет гонка в отношении уменьшения размерности технологического процесса для производства полупроводников и чипов, измеряемого в нанометрах. Некоторые изготовители перешли уже к техпроцессу в 45, 32, 28 нанометров. Компания Intel использует для планшетов и смартфонов 32 нм техпроцесс, а компания Qualcomm для производства чипов – 28 нм техпроцесс. Компания Intel начинает осваивать уже 22 нм техпроцесс. За последние десять лет размерность технологических процессов снизилась примерно втрое (с 90 нм до 32 нм). Появилась информация, что компания Samsung освоила техпроцесс в 14 нм и даже представила первую в мире технологию производства полупроводников по 10 нм техпроцессу. Объявляются планы о достижении в течение ближайших лет

размерности до 7 или даже 5 нм.<sup>3</sup> Удастся ли это и можно ли благодаря такому снижению размерности добиться создания принципиально нового поколения компьютеров, пока неясно. Пока узкое «бутылочное горлышко», в которое пытаются «протиснуться» данные, снующие между накопителем и центральным процессором, потребляет большое количество энергии и вырабатывает много тепла, ограничивает дальнейшие усовершенствования (Хель 2015).

**Нанотехнологии, энергоэффективность и экономия.** Многие нанотехнологии направлены на сокращение затрачиваемой энергии, а также на создание альтернативных источников энергии. Так, снижение размерности техпроцесса в процессорах не только увеличивает быстродействие электронных устройств и плотность размещения элементов на чипе, но и уменьшает потребление ими энергии. А, например, «умное остекление» помещений способно реагировать на изменение в освещенности и температуре окружающей среды соответствующим изменением прозрачности и теплопроводности. Использование нанотехнологий способно придавать совершенно уникальные свойства предметам и веществам. Например, мы уже упоминали в *Главе 6*, что изобретено противобликовое водоотталкивающее (супергидрофобное) стеклянное покрытие, которое никогда не запотеет и остается кристально ясным даже в туман.

Есть много различных проектов в области нанотехнологии, которые сулят существенную экономию ресурсов и энергии. Так, широкое применение электронной бумаги многоразового пользования могло бы сократить уничтожение лесов. Возможно даже получать энергию при экологической очистке сточных вод с помощью нанотехнологий<sup>4</sup>. Нанотехнологии уже активно применяют в сельском хозяйстве, в частности в изготовлении кормов, что позволяет значительно снизить их расход и обеспечить лучшую усвояемость. В растениеводстве применение нанопорошков, совмещенных с антибактериальными компонентами, обеспечивает повышение устойчивости к неблагоприятным погодным условиям и приводит к повышению урожайности многих продовольственных культур, например картофеля, зерновых, овощных и плодово-ягодных.

## 10.4. ПРОГНОЗЫ

### 10.4.1. Окончание модернизационной фазы

#### Эйфория от возможностей нанотехнологий

Перспективы, которые открывают возможности использования нанотехнологий, интерес к которым подогревается определенными СМИ, в сочетании с очень быстрым первоначальным ростом наноиндустрии вызвали эйфорию прогнозов, большинству из которых явно уже не суждено сбыться. Приведем некоторые из них.

Согласно прогнозам Министерства торговли Великобритании, к 2015 г. спрос на нанотехнологии составит не менее 1 трлн долларов в год, а численность специ-

<sup>3</sup> Прошла также информация, что *Intel* и *Micron* разработали абсолютно новую архитектуру для хранения данных, 3D XPoint, которая работает в тысячу раз быстрее традиционных систем на базе NAND.

<sup>4</sup> Китайские ученые создали систему, которая может вырабатывать электричество, разлагая органические вещества, одновременно с этим очищая от органических соединений сточные воды. Яньбао Лю (Yanbiao Liu) с коллегами разработал фотокаталитическую топливную ячейку на основе нанотрубок, которая, используя энергию солнечного света, разрушает содержащиеся в сточных водах органические соединения и конвертирует химическую энергию в электрическую.

алистов, занятых в данной отрасли, вырастет до 2 млн человек. Применение нанотехнологий в косметологии будет быстро расширяться и, по оценке основателя консалтинговой компании в области нанотехнологий CMP Cientifica Т. Харпера, уже к 2012 г. общий оборот рынка нанотехнологической фармацевтики должен был составить около 3,2 трлн долларов США (Балабанов 2010). По мнению руководства фирмы Lux Research, к 2014 г. доля оборота нанотехнологий в медицинской продукции должна была составить 16 %, в фармацевтической промышленности – до 23 % (Там же).

Появление такого рода прогнозов вполне естественно. Людям хочется, чтобы инновации появлялись и внедрялись быстрее, в то же время они не замечают огромных трудностей на этом пути и не принимают в расчет экономические кризисы, которые меняют планы.

Ряд аналитиков предполагали, что уже к 2015 г. нанотехнологии будут применяться очень широко и появятся комплексы наносистем, а после 2020 г. откроется эпоха «радикальных наносистем» в виде нанороботов и др. И что на данном этапе произойдет развитие нанобиотехнологических и наномедицинских систем, которые существенно изменят жизнь человека, прежде всего значительно увеличив ее продолжительность.

Однако к 2015 г. прогнозы не подтвердились, и непохоже, что они оправдаются в отношении 2020 г. Для нас это не только не удивительно, но и вполне закономерно. Напомним, что теория производственных революций предсказывает, что хотя на модернизационной фазе и возникает множество инноваций, они в основной своей массе не являются столь прорывными – скорее развивающими и улучшающими, а многие вообще оказываются мало востребованными<sup>5</sup>. Одновременно готовятся открытия, которые станут основой для прорыва. Но прорыв, как мы уже много раз говорили, произойдет позже. В отношении нанотехнологий он, скорее всего, придется на 2030–2050-е гг. Успехи нанотехнологий, которые ряд исследователей относит к 2020-м гг., таким образом, будут иметь место (но, конечно, далеко не все из них) на одно-три десятилетия позже. Тем не менее и в ближайшие десятилетия получат развитие различные уже апробированные сегодня достижения в разных областях, в том числе в сельском хозяйстве. В частности, в настоящее время создаются микробные препараты на основе ассоциативных, эндофитных и симбиотических бактерий. Эти препараты предназначены для использования в качестве продуцентов и транспортеров в растениях различных ферментов и низкомолекулярных биологически активных веществ (нанообъектов). Последние способны улучшать адаптацию растений к неблагоприятным факторам среды: загрязнению токсичными металлами, засолению, повышенной кислотности и т. д. Принципиально разработан комплексный подход к процессу получения высококачественного посевного материала. Он состоит в том, что биологически активные и фитосанитарные компоненты, предназначенные для повышения адаптации семян и растений к реальным негативным условиям окружающей среды, конструируются в виде полифункциональных наночипов.

<sup>5</sup> Вспомним, сколько удивительных машин, в том числе даже вычислительных, было изобретено в XVII–XVIII вв., но очень многие из них либо вообще не были созданы, либо были произведены в единичных экземплярах.

#### **10.4.2. Нанотехнологии как составная часть прорыва (и МАНБРИК-комплекса) в завершающей фазе кибернетической революции**

*В будущем развитии нанотехнологий прослеживаются все характеристики кибернетической революции: создание технологий управляемых систем (в которых нанороботы самостоятельно или как часть более сложной технологии будут играть важную роль), производство новых материалов, экономия материалов и энергии (путем, например, доставки минимальных порций лекарства непосредственно в пораженную область или даже в отдельные клетки), миниатюризация, точечность действий, активное взаимодействие с окружающей средой и т. д.*

**Связь с медициной: большие потенции.** Несмотря на серьезные успехи нанотехнологий в электронике и других отраслях, наиболее значительный прорыв в их использовании, мы полагаем, произойдет сначала в медицине, что даст дополнительный импульс к развитию в других областях. Отдельные направления слияния этих отраслей мы уже рассматривали в предыдущих разделах. В целом перспективы такого слияния видны уже сегодня. Мы уже говорили о нанобиоструктурах, способных транспонировать по организму медицинские нанодатчики, лекарственные препараты и даже ремонтные клетки. По некоторым прогнозам, они будут разработаны в ближайшие 10–12 лет и уже через 15 лет войдут в повседневную практику. Но, вероятно, это произойдет позже. Нанотехнологии уже используются в диагностике и проведении очень точных хирургических операций, таких как «нанонейровязание» разорванного глазного тракта, кардиохирургические операции и т. д. Несомненно, важным направлением развития нанотехнологий станет активное использование их в диагностике и создании искусственного иммунитета. Очень перспективным будет развитие нанотехнологий при создании материалов, имитирующих свойства биологических, например костную ткань.

Одно из направлений, на котором сконцентрированы огромные усилия нанотехнологии, – борьба с раком. Можно прогнозировать, что лечение рака станет возможным, как только найдется способ точечного воздействия на отдельные клетки организма<sup>6</sup>.

Вот несколько примеров новых направлений борьбы с онкологией, основанных на нанотехнологиях. Так, разрабатывается система лечения раковой опухоли на основе нагревания наноразмерных частиц оксида железа, которые вводят в больную ткань и воздействуют магнитным полем, в результате чего частицы нагреваются и разрушают клетки. Проблема данного метода – точное введение частиц оксида железа в клетку опухоли. Пока он проходит стадию клинических испытаний, однако продолжительность жизни больных, прошедших курс, значительно превышала сроки, предполагаемые врачами. Распространено лечение онкологическими заболеваниями с помощью герцептина, ставшего спасением для значительного числа больных раком молочной железы. Группа американских ученых изобрела специальную модель капсулы из пори-

<sup>6</sup> Конечно, не исключено, что рак победят и другим способом, например, не уничтожая сами раковые клетки, а с помощью метода борьбы с метастазами. Исследования ведутся по разным направлениям. Возможно, подсказку даст сам организм. Установлено, например, что в тканях сердца метастазы не возникают: очевидно, существуют механизмы защиты, которые еще предстоит понять (Marx 2013).

стого кремния, в которую помещаются препараты на основе герцептина и адресно отправляются в больную клетку. Сейчас эта методика также проходит клинические испытания. Ученый из США М. Дэвис изобрел специальный модуль из вещества, которое напоминает по составу сахар и поэтому не отторгается и не выводится организмом. Лекарство помещается в данный модуль и может храниться в организме неделю. Модуль ищет опухоль по кровеносной системе. Раковые клетки более кислые, чем обычные, и, находя такие клетки, капсула раскрывается, выпуская сильное лекарство. Это хороший пример биотехнологической самоуправляемой системы.

Будущее направление медицины – развитие методов диагностики и их удешевление. Важную роль здесь могут сыграть наночипы, о которых мы уже говорили. Начнут применяться нанороботы, которые будут не только выполнять лечебные функции, но и смогут доставлять питание непосредственно к клеткам человека и выводить продукты жизнедеятельности. Нанороботы могут использоваться для решения широкого круга задач, включая диагностику и лечение болезней, борьбу со старением, для перестройки некоторых частей организма человека, изготовления различных сверхпрочных конструкций (Балабанов 2010).

Понятно, что часть многообещающих технологий, на которые сегодня опирается прогнозирование, в дальнейшем окажутся не столь успешными. Но нет никакого сомнения, что использование наноматериалов, нанороботов, пригодных для исследования, и других нанотехнологий создаст важные предпосылки для будущей эпохи управляемых систем в области медицины.

**Связь с биотехнологиями и сельским хозяйством.** Другое важное направление нанотехнологий – исследования в области применения нанобиотехнологий. К ним относятся самые разные технологии, например, по направленному белковому синтезу для получения пептидов с желаемыми иммуногенными свойствами. Это позволит создать искусственный иммунитет, о котором мы уже говорили, разработать множество вакцин. Ведутся исследования по получению наночастиц генно-инженерных протеинов, разработка биочипов и тест-систем для биологического скрининга, иммунологического мониторинга и прогнозирования опасных и экономически значимых инфекционных заболеваний животных.

Можно предположить, что с помощью нанотехнологий и использования роботов разработка и применение биотехнологий существенно продвинутся в направлении создания саморегулируемых систем ведения сельского хозяйства, где сельскохозяйственные операции будут осуществляться в значительной мере в автономном режиме. Возникнет множество технологий, способствующих этому. Так, внедрение мембранных систем очистки, а также специальных биоцидных покрытий и материалов на основе серебра будет способствовать упрощению и повышению уровня содержания сельскохозяйственных животных и обеспечению их качественной водой. Предполагается, что применение нанотехнологий позволит изменить технику возделывания земель за счет использования наносенсоров, нанопестицидов и системы децентрализованной очистки воды. Нанотехнологии сделают возможным лечение растений на генном уровне, позволят создать высокоурожайные сорта, особо стойкие к неблагоприятным условиям.

**Различные перспективы применения нанотехнологий в кибернетической революции и на зрелых этапах научно-кибернетического принципа производства.** Перспектив у нанотехнологий много. Будут развиваться компо-

ненты наноэлектроники, фотоники, нейроэлектронных интерфейсов и наноэлектромеханических систем. Затем на базе полученных результатов планируется осуществить переход к управляемой самосборке наносистем, созданию трехмерных сетей, нанороботов и т. д. Говорят также об использовании молекулярных устройств, атомном дизайне и т. д. Особенно заманчивые перспективы видятся в развитии наномеханики, наномашиностроения и наноробототехники.

Уже довольно давно возникла идея компьютеров, где создание и хранение информации осуществляется не посредством особого состояния среды (магнитной, электрической, оптической), а с помощью нанотехнологий, например замены кремния, основного сегодня материала в производстве полупроводниковых устройств, углеродными нанотрубками. В этом случае 1 бит информации может быть записан в виде скопления, например, 100 атомов. Это на порядки уменьшило бы их размеры и при этом увеличило быстродействие.

В настоящее время количество транзисторов в процессоре достигло почти 2 млрд. Однако еще несколько лет назад говорилось о цели создания к 2010-м гг. процессора с более чем 1 трлн транзисторов (что привело бы к радикальному росту возможностей ИКТ). Скорее всего, пока маловероятно решить эту задачу даже к 2020-м гг., до начала завершающей фазы кибернетической революции<sup>7</sup>. Думается, приближение к этому уровню произойдет позже, уже в процессе развития этой фазы (это также открывало бы широкую экономическую нишу, связанную с полной заменой информационно-компьютерной техники в связи с переходом от использования кремния к наноматериалам).

Однако не исключено, что такие миникомпьютеры с большой мощностью создадут на принципиально другой базе. По Э. Дрекслеру (Drexler 1987), такой базой может стать не наноэлектроника, а наномеханика. Им даже предложены механические конструкции для основных компонентов нанокomпьютера – ячеек памяти, логических байтов.

Из особых структур, таких как фуллерены, нанотрубки, наноконусы и другие, могут быть собраны молекулы в форме разнообразных нанодеталей – зубчатых колес, штоков, деталей подшипников, роторов молекулярных турбин, подвижных узлов манипуляторов и т. д. Сборка готовых деталей в механическую конструкцию может осуществляться с использованием ассемблеров (самосборщиков) с прикрепленными к деталям биологическими макромолекулами, способными избирательно соединяться друг с другом.

Будет кстати отметить, что целый ряд технологий будущего, которые стремился описать и использовать Дрекслер, очень хорошо подходят под наше понимание самоуправляемых систем. Например: *«Ассемблер*: молекулярная машина, которая может быть запрограммирована строить практически любую молекулярную структуру или устройство из более простых химических строительных блоков. Подобие управляемого компьютером механического цеха. *Машина ремонта клетки*: система, включающая нанокomпьютеры и датчики размера молекул, а также инструменты, запрограммированные на восстановление повреждений ячеек и тканей. *Автоматизированный инжиниринг*: использование компьютеров для выполнения технических разработок, в предельном случае –

---

<sup>7</sup> Р. Курцвейль утверждает, что к 2020 г. персональные компьютеры достигнут вычислительной мощности человеческого мозга. Экстраполяция развития тенденции, которую любит использовать Курцвейль, тем не менее работает до определенного предела. Пока такие прогнозы выглядят маловероятными.



проведения детальных проработок с минимальной человеческой помощью или без нее по заданной общей спецификации. Автоматизированный инжиниринг – специализированная форма искусственного интеллекта» (Drexler 1987; использован перевод М. Свердлова).

Будут ли созданы такие самоуправляемые системы, как молекулярные ассемблеры, то есть нечто подобное 3D-принтерам на молекулярном уровне? Когда речь идет о молекулярных ассемблерах, то имеют в виду устройства, которые смогут преобразовать некую массу вещества так, чтобы пересобрать его во что-то другое (во что мы захотим), если для этого имеется молекулярная модель (программа сборки). То есть ассемблер будет работать примерно так, как гены и рибосомы производят белки, разлагая их на нуклеотиды и собирая вновь. Именно о молекулярных ассемблерах мечтал Э. Дрекслер, описывая грядущую ассемблерную революцию, которая, по его словам, окажется важнее медицинских технологий, космических горизонтов, усовершенствованных компьютеров и новых социальных изобретений, поскольку затронет каждое из них и многие другие направления.

Вероятно, какие-то подобию ассемблеров будут созданы (но это дело не ближайшего будущего), и на этой базе удастся существенно расширить наши возможности, равно как и открыть большую нишу для развития и решения ряда важных проблем. Но человечество в своем технологическом стремлении уже неоднократно сталкивалось с тем, что идея о безграничных энергетических или сырьевых возможностях (подобно проектам вечного двигателя) обязательно сталкивается с очень серьезными преградами. Поэтому мысль, что можно найти нечто ведущее к безбрежному изобилию, утопична. Такого рода ассемблеры потребуют немало энергии и ресурсов, очевидно, что бесплатными они не будут. И тем не менее это будет значительный шаг на бесконечном пути к обретению философского камня, способного все превращать во что угодно.

Идеи Дрекслера в некотором роде воплощают в жизнь профессор Дж. Тур и его коллеги из Техасского университета Райса, которые в 2005 г. создали молекулярную механическую конструкцию – цельномолекулярный четырехколесный наноавтомобиль шириной около 2 нанометров, работающий на энергии света. Он состоял примерно из 3 сотен атомов и имел раму и оси. На разработку и создание наноавтомобиля потребовалось восемь лет. В планах ученых – создание грузовых нанотранспортных средств, наногрузовиков, для перевозки молекул к конвейерам нанофабрик (Балабанов 2010).

Разумеется, это больше похоже на игрушки, чем на исследования для практического применения. В чем-то они напоминают паровые модели греческого механика Герона Александрийского, изумлявшие зрителей в I в. н. э. От них до паровой машины было очень далеко. Но в отличие от Герона, который даже и не думал о практическом применении пара, нынешние нанотехнологи озабочены именно практическим применением. Поэтому создание **наномашиностроения** – вполне реальная, хотя и не столь близкая, перспектива. Скорее всего, это произойдет ближе к концу нынешнего века. То же можно сказать и о **наноробототехнике**. Предполагаемые конструкции нанороботов и их использование в настоящее время существуют только в прогнозах, отчасти в фантастических рассказах и фильмах.

Есть мнение, что в 2030-е гг. наноустройства будут имплантированы в человеческий мозг и смогут осуществлять ввод и вывод необходимых сигналов из клеток мозга, и что даже, возможно, это приведет к отсутствию необходимости обучения и получения образования. Но это вызывает большие сомнения. Такая киборгизация если и осуществима в принципе, то произойдет существенно позже.

*В любом случае очевидно, что и наномашиностроение, и нанороботы поднимут развитие самоуправляемых систем на новый уровень в направлении формирования особой отрасли, которая будет создавать такие системы (подобно тому как от использования машин перешли к их промышленному созданию – машиностроению).*

## **Глава 11. Робототехника и другие технологии в эпоху самоуправляемых систем**

### **11.1. РОБОТОТЕХНИКА КАК НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ САМУПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ**

**Понятие робота** весьма неопределенное, сегодня роботом называют и компьютерные программы, и манипуляторы, и другие механизмы, и человекоподобную автономную конструкцию. Но, несмотря на такое многообразие, ряд важнейших характеристик роботов всех видов вполне может быть сформулирован. Для нас особенно важно, что эти характеристики в значительной степени совпадают с характеристиками кибернетической революции и ее технологий. Прежде всего идеальный робот (который может двигаться, действовать и решать задачи в зависимости от обстановки, а также вступать в разумную коммуникацию) – это хороший пример самоуправляемой системы. Он также наглядно отражает конкретные преломления главных категорий кибернетики<sup>1</sup>, а именно: активную работу с информацией (ее получение, анализ, распределение, трансформация и т. п.), управление всей системой (и другими объектами) с помощью информации, гибкое взаимодействие с окружающей средой, наличие контуров прямых и обратных связей, что позволяет выполнять различные функции. Любопытно, что роботы почти с самого начала отличались и формой обучения (хотя и сходной с программированием ЧПУ, но все же более похожей на реальное обучение). Дело в том, что программа промышленных роботов записывалась не на перфокарты, а вносилась в их память путем обучения. Человек проводит рукой робота по рабочей траектории, узловые точки которой записываются в память устройства управления, после чего робот может их повторять нужное количество раз. Такой способ получил название «обучение по первому рабочему циклу» (Накано 1988: 15). Но и любой другой робот обладает определенной степенью автономности (Баженов б. г.), в той или иной степени приближаясь к самоуправляемости; многие из них могут манипулировать предметами и объектами, вступать в коммуникацию, обладают техническими органами чувств, памятью и т. п. Определений роботов множество, они меняются по мере развития робототехники. Но характерно, что так или иначе во многих определениях можно выделить стремление трактовать робота как самоуправляемую систему. Например, *робот – это устройство, способное самостоятельно перемещаться в пространстве, справиться с задачами анализа и распознавания образов, обладающее большим числом степеней подвижности, умеющее анализировать обстановку с помощью обратной связи, а также прогнозировать ситуации, опираясь на собственный опыт и доступную информацию* (определение профессора Сигеру Ваатата, см.: Накано 1988: 26).

Отсутствие четкой грани между роботами и умными машинами и порой даже просто машинами (поскольку к роботам нередко относят и автоматические

---

<sup>1</sup> «Бионика и кибернетика – теоретические основы роботостроения», – отмечал В. Мацкевич (1988).

поезда, и беспилотные летательные аппараты, и даже банкоматы), на наш взгляд, говорит о том, что и роботы, и умные машины, и умные технологии – вся техносфера осуществляет движение к сложным самоуправляемым системам.

Уже с 1980-х гг. выделяют несколько поколений роботов (см., например: Муладжанов, Маслов 1986; Русецкий 1990; Накано 1988: 325 и далее). К *роботам первого поколения* обычно причисляют все копирующие и программируемые манипуляторы. Такие машины имеют программное управление, но выполняют жесткую, не меняющуюся в процессе работы программу и чаще называются *промышленными роботами*. Предназначены они для автоматизации несложных операций при неизменном состоянии окружающей среды. *Роботы второго поколения* оснащены датчиками для выполнения более интеллектуальных функций. Наконец, к *роботам третьего поколения* относятся автономные мобильные роботы с самостоятельной адаптивной программой. Примерами роботов I, II и III поколений будут соответственно: линия для автоматической сварки и покраски кузовов; автоматическая линия сортировки яблок по спелости; научно-исследовательские проекты для космоса и поиска новых решений (Баженов б. г.).

### 11.2. РОБОТОТЕХНИКА В НАЧАЛЬНОЙ ФАЗЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ<sup>2</sup>

Первые *программируемые* механизмы с манипуляторами появляются в 1930-х гг. в США. Дальнейшим прорывом на пути к созданию роботов стало изобретение принципа управляющих программ (в 1940-е гг.).

Идеи кибернетики (в частности, Н. Винера и Дж. фон Неймана) в приложении к теме манипуляторов привели к созданию сервоприводов. Сервоприводы – это двигатели, которые позволяют очень точно управлять углом поворота ротора, скоростью вращения или силой момента, что дает возможность роботу не только подводить руку к объекту, но и, например, удерживать этот объект в строго определенном положении, несмотря на его вес. Применение обратной связи по положению, скорости или моменту позволило решить очень сложную проблему, используя двигатели без точного управления, только в обратной связи с датчиками. Прорыв в робототехнике был ускорен, как ни странно это звучит, появлением атомной промышленности, где была поставлена задача – обезопасить работу персонала с радиоактивными препаратами, которая и была успешно решена использованием роботов-манипуляторов, копирующих движения человека-оператора. Эти устройства на пути к подлинным роботам сейчас имеют название «копирующие манипуляторы», или MSM (master-slave manipulators).

К 1960-м гг. были созданы предпосылки для появления роботов первого поколения с неизменяемой программой. А в 1961 г. на производственной линии завода *General Motors* (штат Нью-Джерси) был внедрен первый в мире промышленный робот. Управляющая программа была записана на магнитном барабане, вес которого составлял 1814 кг. С этого времени началась эпоха очень быстрого развития робототехники, которая стала синонимом автоматизации (но и потери миллионов рабочих мест) и создала представление о том, что будущее научно-

<sup>2</sup> При создании этого и следующих разделов по робототехнике использовались материалы: Макарецкий 2013; Баженов б. г.

технической революции (тогда так называлась кибернетическая революция) связано именно с роботами. В 1969 г. был создан первый промышленный робот-манипулятор, аналогичный человеческой руке, в 1968–1969 гг. роботы получили «техническое зрение», появились устройства с зачатками интеллекта. Это был механизм на колесиках, который решал задачу объезда возможных препятствий – различных кубиков. При этом «мозг» робота занимал целую комнату по соседству, общаясь с «телом» по радиосвязи. В 1970 г. на Луну был высажен первый самоходный робот «Луноход-1». Наконец, в 1971 г. в Германии была запущена первая в Европе роботизированная (и автоматизированная) линия с применением сварочных роботов. С этого времени автомобилестроение стало (и до сих пор остается) главным фронтом применения роботов (см. ниже).

1970-е гг. были связаны с дальнейшими успехами в робототехнике, во многом обусловленными прогрессом в электронике. Так, в 1974 г. был применен цифровой микропроцессор в контроллере робота, а в следующем году был создан первый промышленный робот грузоподъемностью до 60 кг, что позволило автоматизировать утомительную погрузку и разгрузку на заводах.

Задачи по автоматизации точечной сварки открыли новую эру в робототехнике с применением электроредукторов, пришедших на смену гидравлическим приводам. Компания *Nachi* (Япония) разработала первого робота на базе редукторов. Наконец, в 1980 г. в США был создан первый робот портального типа, имевший более высокую степень досягаемости до объектов, чем классические роботы с основанием, и способный заменить сразу несколько таких устройств.

В течение начальной фазы кибернетической революции в основном были распространены роботы, предназначенные для циклического повторения одинаковых операций (Накано 1988: 326), то есть неинтеллектуальные роботы. Но к концу этой фазы в 1970–1980-х гг. стали распространяться и роботы второго поколения. В отличие от своих менее совершенных собратьев они имеют определенный набор датчиков, информация от которых позволяет устройствам до некоторой степени корректировать их движения. Это роботы с функциями распознавания или адаптации (Там же). 1980-е гг. ознаменовались также прогрессом в программировании роботов. В частности, в 1982 г. корпорация *IBM* создала мощный и легкий в применении язык программирования специально для роботизированных приложений. Роботы все совершенствовались: был создан робот с электроприводом и с применением электродвигателей. Новая конструкция сделала роботов более простыми и надежными, сохранив высокую скорость выполняемых процессов. Наконец в 1985 г. свершилась мечта фантастов – роботы начали производить себе подобных. Первой, кто использовал собственных промышленных роботов для создания других роботов, была компания *Fanuc*.

### **11.3. РОБОТОТЕХНИКА НА МОДЕРНИЗАЦИОННОЙ ФАЗЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

Таким образом, начальная фаза кибернетической революции продемонстрировала такой мощный взлет новой отрасли робототехники, что мало у кого оставались сомнения: впереди ее непременно ждут не просто успехи, но и поле широчайшего применения. Действительно, возможности роботов казались беспредельными. Серьезные футурологи, некоторые прогнозы которых сбылись, пред-

сказывали, например, что в 1980-е гг. промышленное применение роботов увеличится примерно до 35 % в год (Кан 1986: 182). Однако рост был куда скромнее. Именно в отношении робототехники модернизационная фаза проявила свои черты особенно наглядно. Эта фаза, как мы уже не раз говорили, характерна мощным распространением и усовершенствованием уже сделанных инноваций. Однако сами инновации в этот период являются не столь прорывными, как в начальной фазе. В то же время в последней части модернизационной фазы начинается активный поиск новых направлений прорыва, некоторые из которых окажутся востребованными в завершающей фазе производственной революции.

Роботы в 1990-е гг. продолжали развиваться: совершенствовались их характеристики, программное обеспечение, улучшился интерфейс, управление стало более удобным и т. п. Но акцент был сделан на развитии информационных роботов, а не промышленных (мы уже говорили о применении таких программ-роботов на фондовых биржах). В отношении роботов очень наглядно проявляется процесс уменьшения и даже миниатюризации. И хотя, конечно, этот термин звучит не совсем адекватно для таких больших машин, тем не менее «мозг» роботов стал небольшим, и если сравнить вес и возможности современных устройств и роботов предшествующих поколений, то картина становится абсолютно ясной. Так, фирма *KUKA* совместно с *DLR* (Институт робототехники и мехатроники, Германия) создали первого робота из алюминия, который при грузоподъемности 7 кг имел вес 16 кг. Первый аналогичный робот со схожими характеристиками весил 2000 кг. В 2007 г. был создан робот-рекордсмен, чье запястье позволяло удерживать изделия весом до 1200 кг.

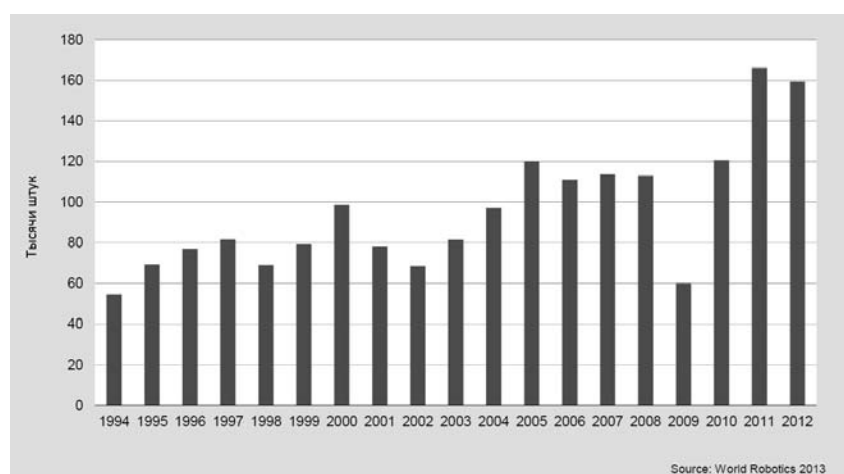
Итак, дальнейшего развития автоматизации и роботизации производства, обещанного футурологами в 1980–1990-е гг., не случилось. По мнению С. Циреля (2014), это произошло как из-за низкой стоимости труда в Китае (и ряде других стран, конечно), так и из-за неудачи тогдашних планов создания искусственного интеллекта. Действительно, 1990–2000-е гг. – это период деиндустриализации в западных экономиках, когда промышленные производства активно переводились в развивающиеся страны (см. подробнее: Гринин 2013а; Grinin, Korotayev 2014b; 2015a)<sup>3</sup>. При низкой цене на труд внедрение в этих странах роботов было не особенно целесообразным. Хотя в настоящее время в КНР робототехника развивается в достаточной степени. А в западных странах, откуда крупная промышленность была выведена, где доля промышленности (и численность рабочих) постоянно сокращается, необходимость в замене труда рабочих существенно уменьшилась, соответственно сократились и инвестиции в подобные исследования. Робототехника продолжает развиваться в таких странах, как Германия и Япония, во многом потому, что там в большей степени, чем в других развитых странах, сохраняется тяжелая промышленность.

Число промышленных роботов, по-видимому, будет расти достаточно активно за счет модернизации экономики развивающихся стран, но, скорее всего, промышленное направление робототехники не станет прорывным в начальный период завершающей фазы кибернетической революции 2030-х гг., а наберет темп несколько позже.

---

<sup>3</sup> Процесс деиндустриализации ярко описан в: Мартин, Шуман 2001; книга была выпущена в 1997 г. в самый разгар данного процесса (Martin, Schumann 1997).

По данным Международной ассоциации роботостроения, в 2010 г. в мире было задействовано на производстве чуть больше 1 млн роботов (учитываются только достаточно продвинутые машины, у которых как минимум три оси подвижности и есть возможность свободного программирования). Количество роботов каждый год увеличивается на 100 и более тысяч «особей». При этом тренд заказов перемещается в Азию, так же как и область производства электротехники (например, в 2010 г. 26 000 устройств из 120 000). Роботы используются здесь в первую очередь для выполнения работ в стерильных условиях (как, впрочем, и в фармацевтической промышленности), сборки и упаковки продукции (Смирнова 2011). Тем не менее значительное количество роботов по-прежнему трудится в автомобилестроении, где на 10 000 рабочих приходится от 400 до 700 роботов. Для сравнения, при производстве электроники на такое же количество рабочих приходится 100–200 роботов, в пищевой промышленности – менее 50 (Там же). Роботы активно применяются в логистических центрах и в ряде других направлений. На Рис. 11.3.1 представлены оценки поставки промышленных роботов.



**Рис. 11.1.** Поставки промышленных роботов в 1994–2012 гг. (Цирель 2014: 365)

Согласно отчету *World Robotics* (2013), в 2014–2016 гг. рост количества роботов ожидается в среднем на 6 %.

Терри Гой (World Robotics 2013; Bonev 2013), руководитель тайваньской фирмы *Foxconn*, крупнейшего в мире производителя микроэлектроники, утверждал, что его компания в течение трех лет заменит часть своих работников на заводах в Китае на 1 млн роботов, то есть практически удвоит мировой парк промышленных роботов. На момент анонса *Foxconn*, по его данным, уже изготовил 10 000 роботов и планировал увеличить это число до 300 000 в 2012 г. и до 1 млн к 2014 г. (Ауслендер 2014). Однако фактические успехи в 2012 г. были примерно в 20 раз меньше обещанных, а сами роботы *Foxbot* оценивались специалистами как дешевые и достаточно надежные, но заметно уступающие лучшим мировым образцам по своим возможностям и удобству использования (см.: Цирель 2014). По информации, полученной в мае 2015 г., на *Foxconn* было

задействовано всего 50 000 роботов, занятых на производстве *iPhone* и *iPad* (Foxconn переходит... 2015). Это немало, но лишь 5 % от обещанного. И по-прежнему *Foxconn* изготавливает до 10 000 роботов в год (Там же). Конечно, у роботов есть преимущества перед людьми: они работают не только быстрее, но и качественнее, их применение также снижает уровень брака изделий, что крайне важно при выпуске дорогих устройств. Тем не менее промышленность пока не имеет необъятного рынка для внедрения роботов, тем более что стран с дешевой молодой рабочей силой еще очень много.

В настоящее время наряду с роботами первого поколения (самых многочисленных) создано много разнообразных роботов второго поколения. Ведется активная работа по созданию роботов третьего поколения: с большим интеллектом, адаптацией и ориентацией. Идет поиск по применению новых возможностей роботов в различных направлениях (в том числе замена ими курьеров и почтальонов), наконец, некоторым из устройств придали человеческий облик, в том числе и промышленному роботу (первый сделан в 2006 г. в Японии, а в 2011 г. первый робот-гуманоид отправлен на Международную космическую станцию). Однако понятно, что человеческий образ роботов-гуманоидов в первую очередь предназначен не для промышленности, а для оказания услуг людям.

Хотя профессор А. Ющенко высказывает другую идею. По его мнению, антропоморфность в своем наиболее простом представлении заключается в том, что машина должна быть внешне похожей на человека. Почему? Скажем, двумя руками проще манипулировать объектом. При этом одна рука будет держать предмет, а вторая – выполнять операции, связанные с ним.

Поэтому появились двурукие промышленные роботы. Одни занимаются тем, что поднимают и переставляют ящики, другие дезактивируют гранаты, одной рукой держа их, а другой – откручивая взрыватель. Робот может быть оборудован и тремя руками, но особой необходимости в этом нет. И еще одна причина антропоморфности: если мы хотим, чтобы машина нас заменила, она должна быть похожа на человека, так как все оборудование рассчитано на то, что им будет управлять человек, хотя мы часто об этом не задумываемся (Ющенко, Карпов 2015). Однако, как мы увидим далее, робот да Винчи (*da Vinci*) не двурукий, а четырехрукий автомат.

Нельзя не сказать о военных роботах или роботоподобных аппаратах, тем более что наибольшая часть роботов сегодня производится для нужд обороны – около 45 %. Это, впрочем, неудивительно. С самого своего возникновения атомная и космическая отрасли, авиастроение, где стали применяться такого рода механизмы, были в первую очередь связаны с военными задачами. Причем все это началось еще до кибернетической революции. Сначала использовались обычные технические инновации для изготовления военных автоматов (вроде магнитных торпед или торпед, реагирующих на шум, о которых рассказывалось в Главе 7). Потом появились приборы с управляющими подсистемами. В самом деле, современные военные ракеты, способные обходить препятствия и точно находить цель, или беспилотные самолеты, или даже самоуправляемые автомобили представляют собой весьма совершенные системы, найти их четкие отличия от роботов не так просто. Но в настоящее время летающие роботы (они же



беспилотные летательные аппараты, или дроны) стали активно использоваться и в мирных целях (частный путь технологий) для проверки линий электропередач или доставки средств первой помощи (их также пытаются использовать в качестве курьеров), в сельском хозяйстве, для съемок и многого другого, когда необходимо недорогое и длительное воздушное сопровождение или наблюдение. Пока подобного рода дроны требуют наличия оператора, который находится на земле и управляет беспилотником.

Следующим шагом в технологии дронов, как считают эксперты, будет разработка машин, которые летают сами по себе, что откроет целый ряд возможностей для их применения в новых областях. Чтобы это произошло, дроны должны быть способны чувствовать, реагировать на местное окружение, изменять высоту и траекторию полета, избегая столкновения с другими объектами на своем пути (см.: Хель 2015). Уже сейчас небольшие дроны и роботы помогают существенно экономить финансы разным фирмам, не говоря уже о ситуациях, когда они берегут здоровье и саму жизнь людей (как роботы-спасатели во время пожаров, при стихийных бедствиях, под водой и т. д.).

В настоящее время разработаны военные роботы: разведчики (в том числе подводные), санитары, минеры и ряд других. Правда, большинство боевых роботов являются устройствами телеприсутствия, лишь очень немногие модели имеют возможность выполнять некоторые задачи автономно, без вмешательства оператора. То есть эти (как и другие) самоуправляемые системы все-таки пока еще ближе к управляемым, однако они развиваются в сторону самоуправляемости. При этом очевидно, что даже технически телеуправление не везде помогает. Например, при управлении роботом с Земли в космосе или тем более на Луне происходит задержка в получении сигнала за счет большого расстояния (до нескольких минут), что неприемлемо. Поэтому нужны роботы, управляющиеся не непосредственно человеком, а заложенной в них программой и обладающие определенной автономностью (см.: Ющенко, Карпов 2015).

#### **11.4. РОБОТЫ В СФЕРЕ МЕДИЦИНЫ И УХОДА ЗА БОЛЬНЫМИ И НЕМОЩНЫМИ**

Мы уже говорили об успехах использования роботов в медицине. По нашему мнению, это направление однозначно будет способствовать началу кибернетической революции. В настоящее время наиболее распространены хирургические роботы. Роботизированная хирургия начала развиваться в 1980-х гг. Одним из первых автоматических аппаратов в хирургии был именно *da Vinci*. Рабочий прототип был разработан в конце 1980-х гг. в рамках контракта с армией США. На 2015 г. построено более 3000 таких аппаратов. С 2000 г. 1370 клиник в США приобрели роботов, средняя цена которых примерно 2 млн долларов (Beck 2013).

В робототехнике это стремительно развивающийся сектор. В 2000 г. во всем мире роботами была проведена только 1000 хирургических операций. В 2011 г. их было сделано уже 360 000, в 2012 г. – 450 000 (Pinkerton 2013; см. Рис. 11.2). По данным исследований Колумбийского университета, с 2007 по 2010 г. в клиниках США роботами была проведена от 10 до 30 % хирургических операций определенного вида (Beck 2013). При этом среди роботов-хирургов образуется

специализация, например роботы-ассистенты (assistance functions robots), роботы для точных работ (robots for precise positioning), роботы для специальных хирургических задач (robots for specific surgery tasks) и др. (Taylor 1997).

Наиболее распространен хирургический робот da Vinci. Это большая установка весом в полтонны. Она состоит из двух блоков: один предназначен для оператора, а второй – четырехрукий автомат – выполняет роль хирурга. Робот имеет гибкие «руки»-манипуляторы со множеством хирургических инструментов. Врач садится за пульт, который дает возможность видеть оперируемый участок в 3D-изображении с многократным увеличением, и использует специальные джойстики, чтобы управлять инструментами.

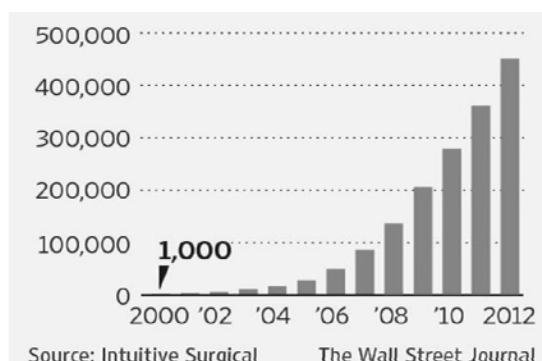
Пациенту делается небольшой разрез, поэтому операции не столь болезненны и требуют меньшего периода восстановления. Роботы позволяют использовать новейшие телевидеосистемы, которые помогают врачам наглядно видеть ход операции в большом увеличении и цвете. Врач смотрит в монитор и управляет роботом, находясь в другой части операционной комнаты (а может находиться и в другом городе или даже в другой стране), ассистент следит за роботом и пациентом. Пациентам также ставят 3D-экраны HD-качества, на которых можно во всех деталях увидеть ход операции.

Однако нельзя не отметить, что применение роботов – затратное дело. Цена da Vinci начинается с 1 млн долларов, и, как мы видели выше, средняя их стоимость доходит до 2 млн. При этом, как при любой инновации, большинство исследований в области роботов не приносит эффекта. По красочному описанию журналиста *The Wall Street Journal*, писателя Ли Гуткайнды, проникшего в ведущий институт по изобретению роботов, вместо триумфа в лабораториях он наблюдал лишь унылые лица сотрудников, проклинающих очередной неудачный эксперимент. Стоимость операций с участием роботов выше обычных операций, и в США она колеблется в среднем от 30 000 до 50 000 долларов.

Но ввиду значительной экономии на восстановительном этапе можно прогнозировать, что клиники будут предпочитать закупки роботов для долгосрочной экономии и привлечения клиентов (Pinkerton 2013). Очень значительные средства можно сэкономить на квалифицированном труде хирургов. В США, например, их зарплата в среднем составляет около 240 000 долларов в год (Sifferlin 2012). Российские клиники также начали приобретать таких роботов. Они используются и в военной медицине. Многие клиники перестанут нуждаться в ведущих хирургах и смогут пользоваться услугами онлайн-операций руками ведущих специалистов. Уже сейчас развиваются центры передового опыта (Centres of Excellence) – места, откуда ведущие врачи будут проводить операции и консультировать коллег онлайн (Binder *et al.* 2004).

### В хороших руках?

Количество хирургических операций в год, проведенных роботами во всем мире



**Рис. 11.2.** Количество хирургических операций в год, проведенных роботами во всем мире (по годам)

Операции с участием роботов имеют, как мы видели, много преимуществ. Однако наряду с преимуществами роботы, в том числе хирургические, вызывают новые проблемы и опасения. Ведь операции с участием данных устройств обладают достаточной долей риска. Так, врачи из Медицинского центра Университета Раша Иллинойского университета (Rush University Medical Center) и Массачусетского технологического института предоставили данные, по которым наблюдается резкое увеличение случаев травм и летального исхода после операций, проведенных роботами: с 13,3 случаев на 100 000 операций в 2004 г. до 50 случаев в 2012 г. FDA зарегистрировало рост смертельных исходов операций с участием роботов в 2013 г. на 34 % по отношению к предыдущему году (Pinkerton 2013). Таким образом, медицина и робототехника только в начале пути, однако данное направление выглядит очень перспективным.

В последнее время ведутся активные работы по использованию роботов для ухода за больными и престарелыми. В Японии роботы уже пробуют себя в роли медсестер. Они помогают пациентам вставать с постели, оказывают помощь жертвам инсульта в восстановлении контроля над их конечностями (Хель 2015). Продукция *GeckoSystems* включает робота-сиделку и робота-медика, который дополняет службу медсестер, может менять постельное белье, давать пациентам лекарство и наблюдать за их состоянием. По нашему мнению, это одно из самых перспективных в будущем направлений использования роботов. Такой рынок потенциально оценивают в сотни миллиардов долларов.

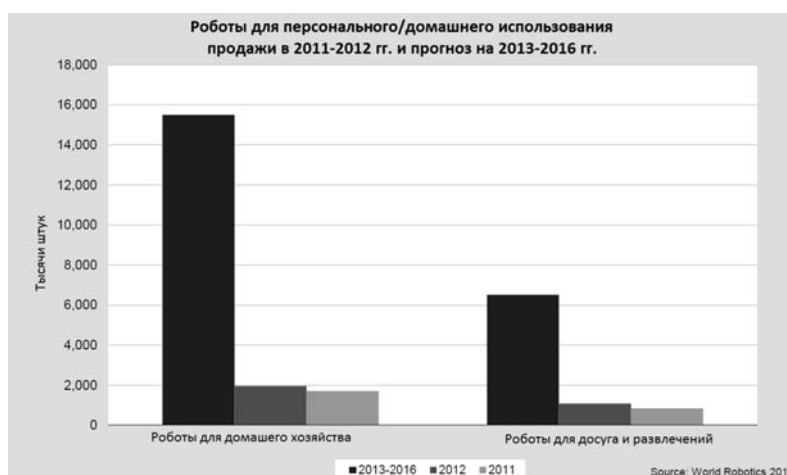
#### 11.5. ПРОГНОЗЫ РАЗВИТИЯ РОБОТОТЕХНИКИ

Итак, мы полагаем, что в ближайшие два десятилетия робототехника будет развиваться более быстрыми темпами, но не в промышленности, а в других направлениях. Во-первых, в сфере услуг. Почему? Именно в ней сегодня задействована основная масса работающих в развитых странах (см. Приложение 2; см. также: Гринин 2012б). Например, в настоящее время в США она достигла почти 80 % (World Bank 2014). На аналогичном уровне находится доля занятых в секторе

услуг в других развитых странах, и она стремительно растет во всех государствах, включая Китай, Индию и страны третьего мира в целом, где существует наименее интеллектуальный и квалифицированный труд. Именно в этот сектор устремляется большинство иммигрантов в Европу, притом что напряжение в отношении к мигрантам растет. Таким образом, экономически здесь представлен наиболее перспективный сектор трудоустройства, тогда как в промышленности этот резервуар уже в значительной мере исчерпан (кроме того, промышленность будет расти в развивающихся странах, где много дешевой рабочей силы). Мы уже упоминали о роботах-поварах, используются они также и в качестве официантов.

Во-вторых, будут активно роботизироваться и более сложные сферы труда и обслуживания, например водители, консультанты, особенно медицинские работники, по причине высокой стоимости труда. Выше мы уже об этом говорили, добавим только, что, возможно, наибольшее развитие получают роботы уровня младшего и среднего медицинского персонала (нянечки, лаборанты, медсестры, ассистенты во время операций).

В-третьих, робототехника станет развиваться в направлении роботизированных бытовых приборов (таких как пылесосы, о которых уже шла речь выше). Здесь очевиден огромный рынок, тем более что появятся возможности подключать роботов к домашнему компьютеру или управляющему центру. Возможный (хотя и завышенный) рост использования роботов в этой сфере виден на Рис. 11.3. Эта диаграмма, по крайней мере, отражает современные ожидания.



**Рис. 11.3.** Оценки и прогноз продаж бытовых роботов (Цирель 2014: 366)

**Прогнозы развития робототехники в завершающей фазе кибернетической революции.** Возможности использования роботов, несомненно, очень велики. В частности, только такого рода устройства смогли бы решить проблему обслуживания все более многочисленного пожилого поколения и в некоторой степени – проблему недостатка рабочей силы. В целом нет никакого сомнения, что роботы сыграют значительную роль в переходе к самоуправляемым системам. Уже сегодня это видно в экспериментальных разработках (хотя от них очень далеко до производства). Например, ученые из Университета Осло в Норвегии с помощью 3D-печати создали самообучающихся роботов, которые имеют

3D-принтеры и способны чинить свои или чужие поломки, печатая нужную деталь (Есакова 2014). Это хороший пример интегрированных самоуправляемых систем. Другой интересный пример: проект Roboearth – Интернет для роботов. В удаленную базу данных роботы записывают все совершенные действия и обращаются к ней, если не находят нужного действия в своей установленной программе. Это не просто самоуправляемая система, но уже в какой-то степени зачаток коллективного разума роботов (Waibel *et al.* 2011). Перед робототехникой в будущем уже ставится задача – обеспечение управления коллективами роботов. Коллектив машин способен выполнять качественно иные задачи, нежели один робот (Ющенко, Карпов 2015).

Также неудивительно, что у публики имеется очень значительный естественный интерес к роботам, всякого рода демонстрации инноваций в этой сфере всегда привлекают внимание и выигрышны. Но здесь важно отметить, что хотя идеи об «умных» роботах очень для нас важны, так как они являются хорошим примером представления о наиболее важной характеристике кибернетической революции и ее технологий – переходе к самоуправляемым системам, приходится признать, что прогнозы о скором пришествии таких «умных» устройств пока не соответствуют реальным возможностям (так же как не сбылись и предсказания более ранних исследователей)<sup>4</sup>.

Существуют самые разные предположения о роли робототехники в ближайшем будущем. Билл Гейтс в 2007 г. считал, что робототехника находилась примерно в таком же состоянии, в каком находились ЭВМ в 1970-х гг., когда они с Полом Алленом основали компанию *Microsoft*, предполагая, по-видимому, что в 2030-е гг. робототехника станет столь же важной, как сегодня ИКТ. Однако мы считаем, что это предсказание не сбудется к указанному сроку. Определенное количество фирм делает те или иные разработки, но в целом, к сожалению, пока не заметно слишком большого интереса бизнеса к этому направлению, сравнимого, скажем, с био- или нанотехнологиями, хотя робототехника имеет уже достаточно давнюю историю. В настоящее время объем мирового производства роботов относительно невелик, всего несколько миллиардов долларов. И даже по оптимистическим прогнозам Японской ассоциации по вопросам робототехники, к 2025 г. оборот робототехнической отрасли составит всего 50 млрд долларов (Гейтс 2007), то есть объем, совершенно недостаточный для переворота в экономике.

Поэтому нет никаких сомнений, что данное направление рано или поздно ждет большое будущее. Но его взлет, скорее всего, сможет произойти уже в ходе кибернетической революции на базе создания технологий будущего.

<sup>4</sup> Например, в своей книге «Дети разума» Г. Моравек (Moravec 1988), рассуждая о влиянии закона Мура на развитие цивилизации, предсказывал будущее робототехники. Он утверждал, что в 2010 г. появятся модели роботов, чьи интеллектуальные способности будут идентичны мозгу ящерицы. Устройства будут использоваться для уборки помещений без вмешательства людей, а также для некоторых других целей. Моравек утверждает, что еще через 20 лет будут созданы модели с умственными способностями обезьяны. Такие роботы смогут без указаний человека определять простейшие технические и бытовые проблемы и задачи и решать их самостоятельно. Можно считать, что роботы (например, пылесосы), способные убирать помещения, уже появились. Но относительно их интеллекта, сравнимого с интеллектом ящерицы, говорить не приходится. Также, возможно, к 2030-м гг. будут созданы роботы, способные к самостоятельным действиям (появляются всякого рода сообщения об этом). Но вряд ли они будут сравнимы по интеллекту с обезьянами. Развитие «умных» технологий идет иным курсом, чем биологическая эволюция.

Мы предполагаем, что уже в 2020-е гг. будут достигнуты определенные, но не революционные достижения в этой области, в 2030–2040-е гг. мы увидим намного более значимый подъем робототехники, но бурный всплеск развития роботов произойдет несколько позже, в 2050–2060-е гг. К этому времени можно ожидать и создание реально «умных» роботов.

В каком именно направлении станет быстро развиваться робототехника? Мы полагаем, что ее развитие будет связано с социальным уходом за больными и немощными и с медицинским обслуживанием, поскольку – повторим – это одно из главных направлений, которое способно хотя бы частично решить проблему ухода за пожилыми людьми. Также, как уже сказано, развитие робототехники будет связано со сферой услуг (появятся роботы – курьеры, продавцы, кассиры, консультанты, приемщики и т. п.), быта (осуществляющие уборку, приготовление еды, другие хозяйственные дела, присмотр за домом и т. п.) или бизнеса<sup>5</sup>. Произойдет роботизация программирования, о чем мы уже говорили, и будут также активно развиваться модели роботов для работ, которые опасны для человека (военные, спасательные, космические и т. д.). Но вовсе необязательно, что все они будут атропоморфными, их форма, скорее всего, будет связана с особенностями функционала. Однако, конечно, будут развиваться направления по созданию роботов-универсалов.

### 11.6. УНИВЕРСАЛИЗАЦИЯ И 3D-ПРИНТЕРЫ

**Универсализация как характеристика кибернетической революции.** Одна из очень важных и в чем-то даже удивительных характеристик и трендов кибернетической революции, о которой мы недостаточно говорили, – это универсализация. Она заключается в том, что вектор технологических изменений идет таким образом, чтобы собрать в отдельных технологиях максимум возможных операций, сделать их предельно широкими, постоянно объединяя для этого в единый комплекс различные существующие и работающие автономно машины и механизмы. Технологии и приборы (девайсы) становятся все более функциональными, так или иначе вбирая в себя в качестве подсистем прежде самостоятельные технологии. При этом такое объединение бывает довольно неожиданным. Это совмещается с тенденцией к миниатюризации и индивидуализации. Примерами подобного служат компьютер, в котором теперь объединены вместе с дополнительными частями как минимум до двадцати функций (от бывшей печатной машинки до телекамеры, от карандаша до секретаря, от магнитофона до телевизора), и сотовый телефон. Даже плеер стал многофункциональным (хотя, скорее всего, и он исчезнет).

Б. Стерлинг (2005) в книге «Будущее уже началось» называл такие универсальные вещи «штуковинами», предполагая, что они будут иметь все больше

---

<sup>5</sup> Имеются и экзотические предположения. Так, некоторые исследователи считают, что одно из наиболее перспективных направлений в развитии роботов – интимные услуги (об этом уже шла речь во *Введении*). В этой сфере, между прочим, роботы уже показывают значительные результаты и перспективы (Yeoman, Mars 2012). Есть уже и апологеты этого направления. В своей книге «Любовь и секс с роботами» (Love and Sex with Robots) Дэвид Леви (David Levy) предполагает, например, что уже к 2050 г. отношения между человеком и роботом будут повсеместным и общепринятым явлением. Однако вполне вероятно (и это было бы разумно), что такого рода производство могут и запретить. Во всяком случае, напомним, феминистки уже начали такую кампанию (см.: Занятие... 2015).

функций. Но даже менее функциональное современное МФУ, включающее в себя сканер, копир и факс, также свидетельствует о движении к универсализации. Приходит на память объединение в сплит-системе функций обогрева и охлаждения. А автомобиль? Сколько всего он теперь включает! Это дом, транспорт, мини-станция и концертный зал одновременно. На базе этой универсализации также развились компетенции «сам себе», о которых мы уже неоднократно говорили и которые ведут к исчезновению ряда профессий. Однако универсализация наблюдается отнюдь не только в электронных устройствах. Мы можем увидеть это в развитии робототехники, где одно из главных направлений – наделение роботов все большим количеством функций и развитие мини-лабораторий, которые становятся все более многофункциональными.

Промышленный принцип производства XVIII–XIX вв. в целом вел к специализации, хотя, конечно, и в этот период были изобретены универсальные вещи (например, электромоторы). Надо отметить, что универсализация не проявилась заметно в начальной фазе кибернетической революции. Напротив, специализация, казалось бы, увеличивалась. Однако в модернизационной фазе кибернетической революции тенденция обнаружила себя и с каждым годом все нарастает.

Мы полагаем, что, во-первых, эта тенденция еще не проявила себя в зрелом виде, но она проявится в завершающей фазе кибернетической революции. Во-вторых, она фактически ведет к возникновению сложных самоуправляемых систем, которые, будучи многофункциональными, включают в себя целый ряд подсистем и технологий, их главным элементом будет именно система управления, способная к саморегуляции и самоуправлению. В-третьих, соответственно, эта тенденция проявит себя в разных направлениях. Например, описываемый нами мониторинг состояния здоровья будет включать массу функций. Скорее всего, появятся многофункциональные роботы. В-четвертых, эта тенденция будет способствовать возникновению тесно взаимосвязанного комплекса технологий.

**Один из новейших трендов универсализации – 3D-принтеры**, которые, возможно, начнут соперничать по масштабам применения с компьютером<sup>6</sup>. О них мы уже неоднократно упоминали в предыдущих главах. Возможности применения таких принтеров исключительно велики: от строительства до кулинарии, от домашней мастерской до музеев, от медицины до детских игрушек, от моделей для обучения до дизайна. Эти машины активно используют в таких отраслях, как самолето- и ракетостроение для изготовления отдельных деталей, например подставки для двигателя самолета (см., например: Туричин 2015). И именно потому, что их используют в подобных направлениях, для их развития находятся солидные инвестиции.

Весьма необычное применение 3D-принтерам нашли модельеры. Вместо использования классического текстиля печатается одежда. Для этого необходимо отсканировать человеческое тело и разработать соответствующую 3D-модель. Это касается не только верхней одежды, но и нижнего белья, а также обуви. Некоторые модельеры уже провели полноценные премьерные показы, продемонстрировав общественности не один десяток, если так можно выразиться, нарядов. Конечно, кто-то, увидев все это воочию, только покрутит указатель-

<sup>6</sup> При подготовке этого и следующего параграфа были использованы материалы: Что такое... 2014; История... 2015; Плотников 2014.

ным пальцем возле виска. Однако подобные инициативы модельеров могут привести в будущем к созданию 3D-мастерских, в которых после сканирования твоего тела сделают костюмчик, который, как говорится, будет сидеть идеально. Ведь использование синтетических материалов уже давно не является диковинкой (Плотников 2014).

Итак, эти принтеры, по сути, являются универсальной домашней мастерской либо универсальным производством, стройкой, заводом. И в будущем они станут приобретать все новые функции и подсистемы.

Данные устройства могут быть самых разных размеров, использовать самые разные материалы (от тугоплавких металлов до бумаги, пока не поддается только алюминий), печатать самые разные вещи. Трехмерный, или 3D-, принтер в отличие от обычного, который выводит двухмерные рисунки, фотографии и т. д. на бумагу, дает возможность выводить объемную информацию, то есть создавать трехмерные физические объекты. К 3D-печати относят и порошковое спекание полимерных элементов, а также металлических пудр (здесь просматривается связь принтеров с нанотехнологиями).

Печать на 3D-принтере – это построение реального объекта по созданному на компьютере образцу 3D-модели. Затем цифровая трехмерная модель сохраняется в формате STL-файла, и после этого 3D-принтер, на который выводится файл для печати, формирует реальное изделие.

Процесс печати – это ряд повторяющихся циклов, связанных с созданием трехмерных моделей, нанесением на рабочий стол (элеватор) принтера слоя расходных материалов, перемещением рабочего стола вниз на уровень готового слоя и удалением с поверхности стола отходов. Циклы непрерывно следуют один за другим: на первый слой материала наносится следующий, элеватор снова опускается, и так до тех пор, пока на рабочем столе не окажется готовое изделие.

В промышленном производстве (металлургии и машиностроении) деталь получали и получают чаще всего путем вычитания, то есть удаления, материала (хотя известно литье и другие методы), вытачивая и высверливая ее, удаляя лишнее. Основой 3D-печати (как и будущих ассемблеров, а также и бионанотехнологий) служит аддитивность, то есть соединение (присоединение) материалов и создание определенной конструкции (недаром такие технологии называют аддитивными). С повсеместным применением 3D-принтеров от этой длинной технологической цепочки в части производств можно будет отказаться. Достаточно иметь чертеж и сделать («напечатать», «нарастить») деталь у себя дома или в каком-нибудь центре 3D-печати. Можно наладить и небольшое штучное производство. Инженеры также смогли разработать несложные пищевые 3D-принтеры, которые могут печатать, например, конфеты или пиццу.

**История 3D-наращивания.** Хотя очень часто говорят о 3D-печати (по аналогии с печатными принтерами, которые используют бумагу), термин, которым пользуются специалисты, – «выращивание» или «наращивание» (см., например: Туричин 2015). Он представляется нам более емким, так как точнее отражает собственно процесс создания продукции. Слой за слоем наращивается материал, пока деталь или другое произведение не будет «выращено». Отдаленную аналогию можно увидеть в работе гончарного круга.



Некоторые обозреватели считают, что толчок для появления 3D-принтеров дал обозначившийся в конце прошлого века тренд на сокращение крупносерийного и расширение мелкосерийного производства, а также общий тренд на индивидуализацию производства. В результате обозначилась проблема: разработка форм, лекал и прототипов для все новых и новых моделей обходится весьма дорого. Именно в этом направлении шло развитие станков с ЧПУ, которые позволяли быстро переналаживать производство деталей. В этом же ряду были и многие модели роботов. Тот же тренд можно наблюдать и в случае с обычной множительной и печатной техникой, которая сегодня позволяет изготовить один экземпляр книги по требованию (*print in demand*). Но 3D-принтеры, кажется, наиболее перспективны. Технология берет свое начало еще в 80-х гг. прошлого века. Это так называемая стереолитография SLA (*Stereo Lithography*), разработанная и запатентованная Ч. Халлом в 1984–1986 гг. В 1986 г. был собран и первый 3D-принтер. Это еще не был 3D-принтер в современном понимании, но в нем наметился основной принцип работы: объекты наращиваются послойно.

В 1990 г. был использован новый способ получения объемных «печатных оттисков» – метод наплавления. После этого стали активно использоваться понятия «лазерный 3D-принтер» и «струйный 3D-принтер». Именно технология наплавления является самой распространенной, потому что имеет относительно небольшую стоимость как материалов, так и амортизации оборудования. На сегодняшний день именно такого рода FDM-принтеры наиболее часто применяются в домашних условиях.

Новый этап развития 3D-печати стартовал в 1993 г. с созданием компании *Solidscape*. Она производила струйные принтеры, которые предшествовали трехмерным. В 1995 г. двумя студентами Массачусетского технологического института был модифицирован струйный принтер. Он создавал изображения не на бумаге, а в специальной емкости, и они были объемными. Тогда же появились понятия «3D-печать» и первый 3D-принтер.

История создания 3D-принтера продолжилась появлением технологии под названием *PolyJet*, основанной на использовании фотополимерного жидкого пластика. При таком способе печати головка «рисует» слой фотополимера, который моментально засвечивается лампой. Метод оказался выигрышным по многим параметрам: цена его значительно ниже, а высокая точность дает возможность изготовления не просто моделей, но готовых к применению деталей. С течением времени развитие индустрии 3D-печати ускорялось, появлялись новые фирмы – производители 3D-принтеров, вносящие свой вклад в ее разработку, использовались новые материалы и принципы. Принято считать, что эпоха «домашней» 3D-печати началась в 2010 г., когда была выпущена модификация 3D-принтера *Prusa Mendel*, разработанная чешским инженером Йосифом Прусой.

Стал проявляться и принцип уменьшения (миниатюризации), соответственно размеры и цены устройств становились все меньше. Если первые 3D-принтеры были огромными, то сейчас домашние принтеры умещаются на столе (мы не говорим, конечно, о промышленных 3D-принтерах, являющихся машинами большого размера). Современный трехмерный принтер все больше становится похож на обычный, печатающий на бумаге, по внешнему виду и технологии нанесения «красящего» вещества. Печатаемые им модели отличаются еще и высокой прочностью, поэтому могут применяться в качестве готовых изделий.

В начале развития цена такого принтера была доступна разве что очень крупным компаниям, теперь же многие могут приобрести это устройство.

Очень любопытно, что в этой технологии (как и в робототехнике) наблюдается еще один принцип кибернетической революции, который, возможно, станет весьма важным в будущем, но пока проявляется слабо (разве что в некоторых программистских наработках) и, возможно, в некоторых биотехнологиях. Мы имеем в виду принцип самовоспроизводства подобного.

В 2005 г. было создано сообщество энтузиастов *RepRap*. В основе проекта лежат две идеи: любой принтер *RepRap* может напечатать другой принтер *RepRap*; все разработки устройств 3D-печати находятся в открытом доступе.

За восемь лет было разработано четыре поколения 3D-принтеров *RepRap*. Однако даже сейчас задача воспроизводить одно *RepRap*-устройство другим не выполнена. Одно дело – печатать пластиковые детали; другое – создавать микроэлектронику и металлические элементы конструкции экструдера (Плотников 2014).

В заключение напомним об использовании этой технологии в медицине. В 2010 г. ученым удалось напечатать искусственный 3D-кровеносный сосуд, создаются и различные другие «детали» тела, такие как трахея, о которой мы рассказывали в *Главе 8*. Сейчас же идет разработка по созданию полноценных человеческих органов. В качестве «материала» используются стволовые клетки (об этом шла речь в той же главе). В целом мы полагаем, что именно в области медицины развитие указанной технологии станет особенно востребованным.

### 11.7. Когнитивная наука и когнитивные технологии

Исследование природы мыслительных и нервных процессов, управления с их помощью двигательными и многими иными процессами в организме является предметом когнитивных наук (фактически это большой комплекс разнородных областей, связанных с мыслительными процессами, сознанием, познанием, памятью и т. п.; под ним мы имеем в виду такие направления, как когнитивная нейрофизиология, когнитивная нейронаука и др.). В предшествующие десятилетия было сделано немало открытий, которые объяснили некоторые механизмы и реакции нашего мозга и психики, в том числе работу так называемых нейромедиаторов. Было создано значительное количество нейростимулирующих препаратов нового поколения, ныне активно используемых в медицине. В целом возникло новое направление фармакологии – нейрофармакология.

Ключевым техническим достижением стали новые методы сканирования мозга (такие как томография и др.), которые впервые позволили заглянуть внутрь мозга и получить прямые, а не косвенные данные о его работе. В настоящее время ряд институтов ведут исследования и стремятся создать базу данных нейронных клеток и их типов (по последним данным, у человека насчитали почти 90 млрд нейронов). Это позволит продвинуться по пути расшифровки механизма работы визуальной системы путем разработки функциональной классификации всех различных типов нейронов в головном мозге.

Одним из самых прорывных направлений когнитивной науки и в целом кибернетической революции могут стать нейроинтерфейсы. Нейроинтерфейсы, или интерфейсы «мозг – компьютер», – это технологии, создающие взаимодействие между нервной системой человека и внешними устройствами. Принципи-

альным достижением когнитивных наук является возможность управления искусственными органами с помощью сигналов мозга, как это делают здоровые люди. Впервые считывание сигналов мозга электродами, подсоединенными к коже головы, провел немецкий ученый Ханс Бергер в 1924 г. (Wolpaw, Wolpaw 2012). Позже электроды стали внедрять непосредственно в мозг человека<sup>7</sup>.

После того как установили, что электрическая активность нейронов может управлять роботизированными манипуляторами, изучение нейроинтерфейсов начало стремительно расти (Lebedev, Nicolelis 2006). В настоящее время уже удалось добиться трансляции сигналов нейронов устройствам, чтобы управлять искусственными конечностями практически с натуральной точностью. О некоторых из них мы уже говорили ранее. С помощью нейроинтерфейсов уже налаживают функционирование искусственного глаза, уха, сердца.

Нейроинтерфейсы в будущем могут применяться не только в медицине, но и в повседневных занятиях, например отслеживать состояние мозга водителя и в случае засыпания автоматически будить его.

Безусловно, нейроинтерфейсы – шаг к давней мечте – чтение чужих мыслей. И хотя отдельные успехи уже достигнуты, сами разработчики признают, что до практического результата еще очень далеко (Yam 2011). Вообще с развитием когнитивных технологий возникает все больше необычных идей их использования. Например, создание коллективного разума – сбор данных с электродов группы особей и объединение их в единую систему данных. Такие эксперименты уже проводились на мышах, когда сигналы от мозга каждой мыши собирались и передавались другой мыши. Ожидалось, что это поможет животным делиться собственным опытом и учиться на чужом (Sample 2013; см. о таких экспериментах также в *Приложении 3*).

Легко представить, как подобные технологии могут быть использованы для получения личной информации человека. Неудивительно, что американская пресса уже пестрит заголовками о том, что Министерство обороны США разрабатывает чип, который можно встроить в мозг и таким образом управлять человеческим мышлением и читать его мысли (Martin 2016; Piore 2016).

Стоит признать, что к когнитивным технологиям действительно проявляют интерес многие государства и крупные компании. Так, совсем недавно стало известно, что к разработкам в области нейроинтерфейсов присоединилось NASA (Dietrich 2016).

Из крупных компаний одними из первых нейроинтерфейсами заинтересовались участники «Формулы-1». *McLaren Formula* анонсировала разработку когнитивного интерфейса «мозг – компьютер» MP4-X. Устройство будет соединяться с мозгом пилота. Это позволит инженерам не только следить за параметрами машины, но и анализировать уровень энергетической активности, внимания и другие параметры водителя. По тому, как пилот ведет автомобиль и переключает скорость, они смогут улавливать первые признаки изношенности шин. А водитель, по мнению создателей проекта, сможет даже мысленно общаться с инженерами (Tegler 2016).

<sup>7</sup> Электроды стали использовать уже в 1950–1960-х гг. первоначально при попытках лечения болезни Паркинсона. Некоторый успех в этом привел к более широкому применению глубинных электродов в мозге, в частности при невыносимых болях, депрессиях, страхах и т. д. Однако это далеко не безобидно, иногда поведение больного после введения электрода существенно меняется. В 2010 г. в мире насчитывалось примерно 35 тыс. человек с имплантированным в мозг электродом (см.: Свааб 2014: 292–294).

В целом достижения когнитивистики уже используют и в еще большей степени будут использовать в различных областях, которые движутся по пути самоуправляемых систем, – от медицины до робототехники, от кибернетики до проблем искусственного интеллекта.

Однако на пути развития этого направления стоят серьезные технические и социальные трудности. Из технических это, во-первых, иммунное отторжение, о котором уже говорилось ранее. Во-вторых, многие наноструктуры, которым пророчат большое будущее в развитии нейроинтерфейсов, например нанотрубки, оказались весьма токсичны для организма (Kotov *et al.* 2009). В-третьих, вживление внешних устройств приводит к травмированию организма, даже несмотря на серьезные попытки снизить это воздействие (Grill *et al.* 2009). Еще одна проблема – разница в электропроводимости между биологической тканью и техническим устройством, хотя и в решении данной проблемы есть определенные сдвиги (Abidian, Martin 2009). Но даже если эти проблемы и решить, потребуется мощное программное обеспечение, которое сможет мгновенно обрабатывать сигналы мозга. При этом очень важно найти пути обеспечения обратной связи между механизмом и мозгом, другими словами, чтобы мозг не только отдавал сигнал, но и получал сигнал от устройства. Преодолев эти рубежи, развитие нейроинтерфейсов стремительно выйдет на новые вершины. Но чтобы избежать повторения ошибок с компьютерными играми (только по последствиям несоизмеримо бóльших), необходимо заблаговременно поставить преграды на пути несанкционированного использования данных и влияния на психику.

### **11.8. КИБЕРНЕТИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ О РАЗВИТИИ ДРУГИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Все описанные выше тенденции демонстрировали справедливость идеи о том, что завершающая фаза кибернетической революции будет эпохой бурного развития самоуправляемых систем. Однако изменения, которые произойдут в результате кибернетической революции или в связи с ней, будут существенно шире и многообразнее (о некоторых из них мы еще скажем в *Заключении*). Ведь кибернетическая революция (как и другие производственные революции) несет с собой перемены (хотя и далеко не одновременные) во всех сферах производства и областях жизни. Поэтому на основе теории производственных революций можно попытаться предположить, какие изменения и в какие сроки произойдут в других сферах производства и экономики.

**Энергетика.** В ходе предшествующих производственных революций обязательно менялся и источник энергии. В результате аграрной революции стали использовать биологическую энергию – силу животных, в результате промышленной – энергию пара.

Для начала кибернетической революции уже имелся адекватный источник энергии, им можно считать электричество. Идея о том, что новым ведущим источником энергии станет термоядерная, водородная или иной новый вид энергии, пока не реализовалась, хотя время от времени появляются сообщения о продвижении в этом направлении (см., например: Физики... 2016; В Германии... 2016; о водороде см. ниже). Возникает вопрос: должен ли появиться адекватный источник энергии для того, чтобы началась завершающая фаза кибернетической

революции? Опыт предшествующих революций говорит о том, что это вовсе не обязательно. Переход к ирригационному интенсивному земледелию не требовал обязательного использования тягловой силы животных (вполне хватало мускульной силы людей), также и первые сектора машинной промышленности вполне обходились давно известным водным источником энергии. Однако позже, в конце завершающей фазы производственной революции и во время перехода к зрелым этапам нового принципа производства, уже возникали новые источники энергии (так, завершение аграрной революции в неполивных зонах было связано в пашенном земледелии с использованием быков и волов, а завершение индустриальной революции – с использованием паровой энергии). Отметим, что в обоих случаях это не была абсолютно неизвестная людям энергия. Например, энергия пара эпизодически использовалась с XVII в. (Манту 1937[1906]; Аллен 2013; 2014).

Следовательно, для начала завершающей фазы кибернетической революции принципиально нового источника энергии не потребуется. Напомним также, что, по нашему мнению, развитие альтернативной (низкоуглеродной или «зеленой») энергетики не будет играть здесь решающей роли. Она станет важной частью мировой и национальной энергетики, но вряд ли сможет вытеснить углеродную по техническим, экологическим и ценовым параметрам (см. Главу 7) вопреки слишком оптимистичным прогнозам (см., например: Сидорович 2015).

Отметим попутно, что в развитии альтернативной энергетики проявляется такое направление кибернетической революции, о котором мы говорили (но не выделяли его в особую характеристику) – изменение компетенций в сторону их перевода от профессионалов к любителям (некий аналог того перехода, который имел место в XVI–XVIII вв. от цехового ремесла к внецеховому надомному). Так, персональный компьютер дал возможность массам людей овладеть некогда профессиональными навыками наборщиков, дизайнеров и т. п. Аналогично этому альтернативная энергетика развивается в сторону расширения числа производителей. Почти половину электроэнергии ВИЭ производят граждане и фермерские хозяйства, в то время как на долю крупнейших энергетических концернов приходится всего лишь 5 % (Там же: 76). Но такого рода тренд – обычно переходный к новым видам производства. Эта одна из причин, почему мы считаем альтернативную энергетику промежуточным видом, а не направлением, которое станет реально революционным.

Однако новый источник энергии должен появиться либо в процессе завершения революции, либо несколько позже. Также, скорее всего, он не будет абсолютно неизвестным и не используемым ранее. Вероятнее всего, благодаря техническим инновациям удастся «приручить» и сделать достаточно доступной тот или иной вид альтернативной энергии (например, водородной<sup>8</sup>; либо изобрести новые способы аккумуляции и/или передачи электроэнергии, которая также решит и вопрос с источником энергии для экологичного транспорта; возможно, и других). На зрелых этапах принципа производства также происходят изменения в области энергетики, которые создают базу для новой производственной рево-

<sup>8</sup> Кстати сказать, *Toyota* создала новую модель автомобиля, который работает на водородном топливе (*Toyota Mirai*), спрос на который уже составил 1500 шт., так что компания планирует увеличить выпуск таких автомобилей до 3000 в год в 2017 г. (Очередь... 2015). О перспективах транспорта на водородном топливе и электрической тяге см.: Bree *et al.* 2010.

люции (так, в период зрелости аграрно-ремесленного принципа производства таким изменением стала сила воды, используемая для приведения в движение механизмов, а в период зрелости индустриально-торгового принципа производства – электроэнергия). Но какая энергия появится в конце научно-кибернетического принципа производства, пока сложно представить.

**Коммуникации.** Производственная революция коренным образом изменяет способы коммуникации (связи). Хотя для аграрной революции это прослеживается слабо (вероятно, большие изменения произошли в развитии языка, но это сложнее заметить), зато это очень хорошо видно в ходе индустриальной революции. Так, уже в самом ее начале была изобретена новая информационная технология, которая создала одно из самых мощных средств связи и коммуникации – печать. Роль новых типов связи и коммуникации (таких как радио, ТВ и компьютер) оказалась еще более важной в начальной фазе кибернетической революции, чем механической печати – в начальной фазе индустриальной. Таким образом, для начала производственной революции может потребоваться появление новых типов связи, однако для начала завершающей фазы производственной революции в этом может не быть необходимости. Так, хотя письмо появилось на заре завершающей фазы аграрной революции, его роль не была решающей. Новые формы коммуникации и связи могут появиться или ближе к концу завершающей фазы производственной революции (как телеграф в процессе индустриальной революции), или позже (как телефон или радио, которое появилось уже в конце индустриального принципа производства).

Исходя из вышеизложенного, мы предполагаем, что в ближайшие десятилетия широкое распространение новых типов коммуникации и связи едва ли возможно. Развитие коммуникаций стало столь мощным, что его хватит надолго, поскольку развитие связи пока еще опережает другие технологии (и у современных коммуникаций еще немало неиспользованных потенций). Однако появление нового типа компьютеров (квантовых, фотонных или иных – см. *Главу 7*) не исключено, но скорее всего, в качестве моделей, производство которых может начаться в промышленном масштабе, они появятся не ранее середины XXI в.

Развитие коммуникации через нейроинтерфейсы либо прямым вживлением чипов в мозг людей (чтобы коммуникация шла от источника прямо в сознание или от мозга к мозгу) пока выглядит фантастикой, и если и будет иметь успех, то вряд ли найдет широкое распространение в ближайшие десятилетия (по этическим, медицинским и правовым ограничениям). Тем не менее сбрасывать такие возможности со счета нельзя, поэтому надо заранее продумывать ограничения, ибо эта возможность не может не внушать опасения.

В целом можно сделать предположение, что новые типы массовых коммуникаций могут появиться как достаточно широкое явление не ранее середины XXI в., но скорее даже ближе к его концу.

**Транспорт.** Не так легко выделить какие-либо четкие закономерности в развитии транспорта в процессе производственных революций. Только в начале единственной (промышленной) революции одним из ее локомотивов стало развитие транспорта (см. ниже). Начало аграрной революции не было с ним связано. Переход на верховой транспорт и освоение речных и морских коммуникаций произошли уже в процессе ее завершения на периферии и в более поздний период. Промышленная революция на ее начальной фазе была связана с наличием

уже опробованных океанических судов, способных плавать при любом (а не только попутном) ветре, которые, правда, получили значительное развитие в ходе революции. С этой инновацией были связаны и Великие географические открытия, без которых промышленная революция «захлебнулась» бы, а океаническая торговля стала одним из двигателей индустриальной революции. Но появление парохода и тем более паровоза произошло уже в первые десятилетия XIX в., то есть в конце завершающей фазы промышленной революции<sup>9</sup>. Появление нового вида транспорта придало ей огромный масштаб. Новые виды транспорта появились гораздо позже (автомобиль, самолет), и их было вполне достаточно для начала кибернетической революции. Она, разумеется, внесла очень существенную модернизацию во все виды транспорта, но пока не создала ничего принципиально нового для прорыва в данном вопросе. Есть значительные подвижки в космическом транспорте и скоростных железных дорогах, но последние не являются слишком важным видом транспорта в сравнении даже с обычными железными дорогами.

Следовательно, в середине или конце завершающей фазы кибернетической революции (примерно 2050–2060-е гг.) можно ожидать достаточно широкого распространения каких-либо новых видов транспорта. В этом направлении уже проглядываются какие-то контуры будущего. Например, есть успехи на пути создания электромобиля с большим запасом хода и скорости. Это направление стало активно развиваться в последние несколько лет, что связано с борьбой с выбросами парниковых газов и высокой стоимостью нефти. В итоге парк электромобилей быстро растет: К концу 2014 г. он насчитывал 740 тысяч машин. В ряде стран легковые электромобили уже начинают занимать весомую долю в продажах автотранспортных средств. Например, в Норвегии в 2013 г. она составила 6,1 %. По прогнозам Международного энергетического агентства (думаем, с оптимистичным уклоном), к 2020 г. электромобили займут двухпроцентную долю мирового легкового автомобильного парка, что в числовом выражении составит 20 миллионов единиц (см.: Когда нефть... 2015).

Количество продаж электромобилей довольно быстро растет, в скором времени оно может составить до полумиллиона в год или более. Но стоит обратить внимание на то, что не менее 40 % таких машин – гибридные, то есть имеющие одновременно и топливный мотор, и электродвигатель (Статистика... 2015). Это напоминает ситуацию с пароходами в XIX в., когда многие суда имели одновременно и паровой двигатель, и паруса. Таким образом, развитие электромобилей становится уже заметной нишей в автомобилестроении. Однако нужно иметь в виду некоторую иллюзию значимости сектора, когда о нем много пишут и сообщают, но на самом деле его значимость может быть невелика в общих масштабах отрасли. Кроме того, по мере расширения эксплуатации новых систем на первый план выходят проблемы и недостатки, устранить которые не так просто. И это начинает сдерживать первоначальное быстрое развитие. В любом случае, мы можем сравнить развитие электромобилей с развитием автомобилей на газе, о чем в 1990-е гг. писали очень много, в основном со знаком плюс (см., например: Лаврус 1999), а теперь существенно меньше и с указанием на проблемы и

<sup>9</sup> Правда, в Англии в XVIII в. была создана целая сеть каналов, что нельзя считать новым видом транспортных коммуникаций, хотя это, бесспорно, сыграло свою роль в развитии промышленного переворота.

часто недостатки (Жидков 2014; Фомченков 2014). Но хотя число автомобилей на газе во много раз превышает количество электромобилей, газовые автомобили не вытеснили (и не вытеснят) бензиновые и дизельные. Скорее всего, и развитие электромобилей ограничится занятием определенной доли автомобильного рынка (по крайней мере, в ближайшие двадцать лет)<sup>10</sup>.

Говоря об электромобилях, нельзя не упомянуть, что в последнее время (особенно в Германии) активно развиваются исследования, в области создания автомобильных дорог, на отдельных полосах которых можно было бы установить нечто вроде проводника электричества путем использования особых проводников<sup>11</sup>. Тогда электрический транспорт мог бы подзаряжаться прямо на дороге (технология так называемой беспроводной зарядки). Безусловно, такого рода дороги могли бы значительно изменить современный транспорт.

Но с учетом описанного выше «смысла» кибернетической революции (как революции самоуправляемых систем) прорыв, скорее всего, произойдет в направлении автономного движения транспорта и его управления. То есть транспортные средства и системы станут самоуправляемыми. Уже сегодня есть некоторые наметки реализации этой возможности. Например, немецкий концерн «Мерседес-Бенц» представил концепцию самоуправляемого автомобиля (della Cava 2015). А *Google* обещает создать такую машину к 2020 г. (Самоуправляемая... 2014), но уже тестирует в Калифорнии автомобиль «Тойота» без водителя (и договаривается о совместных разработках с *Ford*). Подобно тому, как в 1996 г. компьютер победил чемпиона мира в шахматной партии, недавно самоуправляемая машина победила профессионального гонщика в состязании для езды на скоростях выше 200 километров в час. Рекорд был поставлен в Северной Калифорнии – машина сумела победить с крошечным отрывом в 0,4 секунды (Впервые... 2015). Насколько это стимулирует развитие беспилотных машин, неясно (ведь соревнования по шахматам с использованием компьютеров распространились незначительно). Однако инженеры из *Google* особенно подчеркивают, что их новые разработки позволяют существенно повысить безопасность наших обычных повседневных поездок. Тем не менее, как мы уже говорили в *Главе 7*, на пути массового внедрения беспилотного автомобиля стоит много препятствий, включая правовые, организационные, безопасность, опасения и консерватизм. Быстро их не преодолеть.

Однако, повторим, развитие такого рода самоуправляемых систем является важным предвестником скорого начала завершающей фазы кибернетической революции (в 2030-х гг.). Комплекс самоуправляемых электромобилей с новым совершенным аккумулятором<sup>12</sup>, с дорогами, от которых можно заряжаться, мог

<sup>10</sup> По исследованиям группы «Волга» и НИУ ВШЭ, мировой парк автомобилей, работающих на газовом топливе, ежегодно увеличивается на 30 %, составив к 2014 г. около 20 млн единиц, или немногим менее 2 % от всех автомобилей в мире. Однако, согласно прогнозу Международного газового союза, к 2020 г. парк автомобилей на газе составит минимум 50 млн, а к 2030 г. – более 100 млн транспортных средств (Фомченков 2014). Напомним, что по оптимистическому прогнозу число электромобилей достигнет в мире 20 млн только в 2020 г. Но с учетом резкого падения цен на нефть популярность электромобилей может и сократиться.

<sup>11</sup> Например, есть проекты использования вместо дорожного покрытия солнечных батарей, либо электричество будет пропускаться от другого источника.

<sup>12</sup> Литий-ионные (Li-Ion) аккумуляторы довольно быстро дешевеют, есть подвижки в скорости подзарядки аккумуляторов. Не исключено, что прорывом в развитии аккумуляторной техники станет использование графена в производстве батарей. Испанская компания *Graphenano* как будто разработала аккумуляторы, которые на 77 % дешевле и легче используемых сегодня, обеспечивают запас хода 1000 километров и при этом



бы стать мощным источником технологического развития в процессе завершения кибернетической революции и далее, в зрелых фазах научно-кибернетического принципа производства.

**Специализация.** Наконец, грядущие технологические изменения, вне всяких сомнений, приведут к сильному, а во многих случаях радикальному изменению профессионального состава и компетенций населения. Производственная революция коренным образом меняет специализацию людей, их профессиональные навыки (компетенции) и создает потребность в новых. Земледелец и ремесленник сменили компетенции охотника и собирателя в период аграрной революции. А с появлением металлов исчезли специалисты по обработке каменных орудий труда. Но в эпоху аграрной революции тем не менее изменения происходили сравнительно медленно.

Практически весь период промышленной революции начиная с XVI в. и по крайней мере до последней трети XIX в. прошел под знаком борьбы квалифицированных мастеров с Левиафаном технического прогресса. История этого периода пестрит эпизодами запретов на изобретения, принятия представителями цехов различных стесняющих законов, историей разрушителей машин и т. п. (см. *Главу 4*). При этом основания для такого рода запретов и притеснений были самыми серьезными: ухудшение качества продукции, падение заработков, конкуренция со стороны людей, не имеющих нужной профессиональной подготовки. Однако в итоге машины заменили ручное мастерство, волны технологических инноваций смели целые отряды специалистов. Начальная (и даже средняя) фаза кибернетической революции, особенно при распространении компьютеров, также дала огромное количество случаев замены профессионального мастерства, в том числе в области интеллектуальной деятельности: набора, издания книг, журналов и газет, перевода, сбора информации, библиотечного и архивного дела, дизайна, рекламы, фотографии, кинематографии и т. д. и т. п. Уже не за горами время, когда книги в прежней форме станут раритетом. Появление возможности «сам себе» (режиссер, издатель, художник, фотограф и т. п.) стало знаменем времени.

В наименьшей степени дальнейшее развитие подорвет основы еще очень многих профессий – от врача (о чем уже шла речь в *Главе 8*) и учителя до няни и налогового инспектора. К примеру, автоматизированные беспилотные самолеты могут заменить большинство пилотов-людей, а самоуправляемые автомобили могут полностью ликвидировать таксистов как профессию (Хель 2015).

В целом общий курс развития должен пойти по пути сокращения численности занятых в целом ряде секторов сферы обслуживания (как простых видов, так и более сложных), но одновременно потребуются много новых профессий. Сокращение занятых в сфере обслуживания, повторим, не в последнюю очередь будет происходить за счет развития робототехники.

---

заряжаются всего за десять минут (Когда нефть... 2015). Но надо иметь в виду, что такого рода победные религии очень часто на поверку оказываются не столь впечатляющими, а то и просто бахвальством.

## **Заключение.**

### **Угрозы и риски будущего мира самоуправляемых систем**

**Как нужно сосуществовать с научно-техническим прогрессом?** Мы закончили наш анализ истории развития и современного состояния технологий, представили свои предположения о том, в каких направлениях они смогут развиваться в дальнейшем. Но, разумеется, жизнь окажется богаче любых прогнозов и даже фантазий. С возникновением машин в предшествующие века появилось и множество ярких прозрений относительно их будущего применения, но еще больше фантазий, которым не суждено было реализоваться. Так и сегодня трудно определить, что станет реальностью, а что – нет.

Но все же у нас нет сомнений, что развитие происходит именно в направлении создания самоуправляемых систем. Впереди ждет расцвет такого рода систем, которые будут работать в основном автономно, все более настойчиво контролируя при этом самые разные аспекты жизни человека. Все это требует глубокого осмысления и работы в области минимизации возникающих проблем, например чтобы впоследствии не возник новый и еще более дотошный «Большой Брат», знающий о нас на порядки больше того «Брата», который зримо стал контролировать всю нашу жизнь в Интернете. Ведь скоро могут стать доступными не только наша переписка, но и генетическая родословная, история болезней, особенности организма, не исключено, что даже мысли. Кто, как и для чего сможет этим воспользоваться, не может не волновать.

Есть и другие проблемы. Опасностью перестать думать и решать назвал Б. Джой (2000) ситуацию все большей зависимости от машин, когда люди, потеряв возможность практического выбора, начнут принимать все решения машин. Вероятно, Джой сгущает краски, когда пишет: «В конце концов, может быть достигнута ступень, на которой решения, необходимые для управления системой, будут настолько сложны, что интеллект людей окажется неспособным к их генерации. На этой стадии эффективное управление перейдет к машинам. Люди уже не станут способными даже просто выключить их, потому что будут столь от них зависеть, что выключение оказалось бы равносильным самоубийству» (Там же). Тем не менее опасность попасть в довольно сильную зависимость от технологических систем вовсе не умозрительная. И что тогда в итоге останется от «свободы выбора» человека, совсем неясно.

Кроме того, ситуация, когда системы возьмут на себя большую часть умственной работы людей, вполне может привести к тому, что ум людей будущего станет работать меньше, чем у современного человека, в результате он ослабеет, подобно тому как слабеют мышцы множества наших современников, не имеющих необходимости выполнять физическую работу. Естественно, в помощь интеллекту будут появляться все более удобные и облегчающие работу мысли системы. Включится положительная обратная связь: ум не хочет напрягаться, устройства облегчают его работу, ум ослабляется еще больше. Поэтому неуди-

вительно, если в будущем «умственная гимнастика» (в виде какой-нибудь таблицы умножения) станет пропагандироваться как очень полезное упражнение, так же как сегодня простые физические нагрузки.

Могущество человека увеличивается с ростом подвластных ему технологий, но вместе с ними многое меняется в образе жизни, возникают многочисленные неизвестные ранее проблемы. Вот почему, если мы не хотим отказываться от новых возможностей (а почему нам от них нужно отказываться?), крайне желательно научиться предугадывать проблемы и минимизировать их. Ибо чем серьезнее технологический рывок, тем радикальнее будут перемены и «шок будущего»<sup>1</sup>. К сожалению, общество недостаточно учится на своих ошибках и обращает мало внимания на будущие проблемы. В лучшем случае оно поступает подобно генералам из афоризма, которые всегда готовятся не к будущим, а к прошлым войнам. В результате регламентируются не надвигающиеся проблемы, а те, к которым уже успели адаптироваться.

Как мы видели в первой части книги, борьба с научно-техническим прогрессом шла в течение ряда веков. И каждое проявление такой борьбы было вызвано не просто обскурантизмом, а реальной потребностью или небезосновательными страхами, потому что этот прогресс вел к ухудшению ситуации и разорению многих, выбрасывал за борт целые категории специалистов, порой приводил в запустение города и целые территории, а также часто ухудшал качество изделий. Порой он открывал неожиданные возможности для злоупотреблений либо являлся источником ожесточенной социальной борьбы и угнетения. Тем не менее никому не удалось всерьез затормозить этот процесс. Ужесточение требований к тестированию новых лекарств, закрытие АЭС, запреты ГМО или клонирования человека сегодня, как и многое другое, – современные проявления этой борьбы. Ясно, что многие из этих ограничений и запретов абсолютно необходимы. Другие вызваны естественными и небеспочвенными опасениями. С одной стороны, трудно ожидать, что сегодня можно реально взять под полный контроль развитие научно-технического прогресса. С другой стороны, успехи в борьбе за более экологичное производство или безопасные лекарства показывают, что определенный уровень контроля здесь вполне возможен. В целом механизм минимизации вреда от инноваций заключается в создании определенного рода институтов и правил, способных оптимизировать контроль над технологиями, причем, что особенно важно, сделать это заблаговременно.

Важно также помнить, что технологии и прогресс не безлики. Всегда есть силы, которые заинтересованы в их развитии и продвижении вследствие выгоды или амбиций, всегда есть корыстные или бескорыстные адепты любых новаций, также всегда находятся люди, которые предпочитают иллюзию простоты более сложному достижению целей, считая, подобно изобретателю из повести В. Г. Короленко «Без языка», что машины в будущем решат любую проблему. Отсюда разного рода пропаганда ценности и важности инноваций обычно далеко не бескорыстна<sup>2</sup>. Поэтому мы не должны быть заложниками или тем более рабами, по выражению Ф. Фукуямы, научно-технического прогресса и его безудержных апологетов.

<sup>1</sup> С такими шоками мы сталкиваемся постоянно, поэтому тема, поднятая почти полвека назад Э. Тоффлером в его знаменитой работе «Шок будущего», не утрачивает актуальности (Toffler 1970; Тоффлер 2002).

<sup>2</sup> Впрочем, как и борьба с теми или иными последствиями научно-технического прогресса. Среди агитирующих за ту или иную инновацию всегда довольно много финансово или политически ангажированных людей, а также встречается «политизированное жулье» (по выражению М. Хейфица в личном письме).

И поскольку в сфере инноваций сходятся множество интересов, должно быть ясно: поставить под контроль то, что еще не развилось и тем более не появилось, гораздо проще и дешевле, чем то, что уже устоялось и приносит миллиардную прибыль.

Но предвидеть проблемы не так просто, поэтому необходимы некие институты (учреждения или управленческо-правовые системы), которые в целом взяли бы технологическое развитие под определенный контроль и развивались вместе с технологиями, не теряя своего функционала. Однако для этого необходимо регулировать темп научно-технологического прогресса в мире. Мы верим, что рано или поздно так и будет (см., например: Гринин 1998; 1999б; 2005; 2008б; Гринин, Коротаев 2009а). К сожалению, пока это немыслимо. Этому препятствует конкуренция между странами, основанная в первую очередь на разном уровне экономического роста. Становится очевидным, что контроль над изменениями, которые могут быть опасными, потребует и определенного рода политических преобразований, которые в то же время могут быть крайне сложными и деликатными (Гринин 2006г; Гринин, Коротаев 2010а).

**Цена прогресса.** Таким образом, вполне понятно, что научно-технический прогресс нельзя запретить. Запрет перед ним дверь, он войдет в окно, но проявит себя неизбежно. И все же от нас зависит, какую цену мы за него заплатим. А свою плату прогресс в разное время брал по-разному, однако всегда немалую. Его цена могла выражаться в кровавых войнах, исчезновении сотен культур, превращении десятков миллионов свободных в рабов, отнятом детстве у миллионов детей, вставших с малолетства к станкам. Но нередко прогресс берет свою плату в гораздо более приятном виде, правда, одновременно забирая что-то очень ценное. Не так ли было с табаком у европейцев или спиртными напитками у диких народов? А разве такие удобные и способствующие росту удовольствий технологии, как контрацепция, не привели к тому, что женщины рожают все меньше детей, вследствие чего общество превращается в «дом престарелых»? Еще один внешне приятный, но на самом деле дорогой способ платы за прогресс – компьютерные игры, о последствиях которых в течение десятилетий никто не думал. В итоге сегодня десятки миллионов детей и представителей молодежи (а также зрелых людей) серьезно зависимы от них. Находясь в виртуальном мире и возбуждая в себе очень часто далеко не безобидные страсти и чувства, они теряют свое время, здоровье, нормальные человеческие отношения и возможности. Очевидно, что вовремя принять меры, требующие педагогической и психологической экспертизы для такого рода игр, было не слишком сложно.

В каком виде проявится плата за развитие в будущем? Неразумно надеяться, что дальнейшее развитие каким-то образом все само исправит к вящей славе научно-технического прогресса, поскольку даже если и исправит, то цена этого исправления может оказаться чрезмерно высокой. Ведь сегодня становится все более очевидным, что технические и научные достижения подобрались к самым природным основам человеческого бытия, его биологической природе. И, следовательно, ставки выросли. Значит, стоит задуматься, какие последствия могут быть в реальности и чего мы не хотим категорически. Между тем радикальные изменения в организме человека способны в корне изменить отношение к таким базовым вещам, как понимание семьи, родства, пола, отношения к жизни, к соб-

ственному телу и многому другому, что сейчас даже сложно представить<sup>3</sup>. Между тем наши институты и наши представления совершенно не готовы к переменам, которые могут принести революционные технологические инновации.

**Всегда ли лучшее предпочтительнее хорошего?** В последние пару столетий человечество живет по принципу: «Лучшее – враг хорошего». Но после определенного момента этот принцип становится достаточно опасным и разорительным<sup>4</sup>. В некоторых отношениях (например, в отношении к природе), к счастью, появились силы, которые призывают людей действовать хотя бы с позиции разумного эгоизма и оставить что-то последующим поколениям, а не жить по принципу «после нас – хоть потоп»<sup>5</sup>. Действительно, именно забота о будущем собственных детей и внуков дает нам мощный стимул в поведении, поскольку мы хотели бы обеспечить для них лучшие условия и сохранить то, что нам дорого. Несомненно также, что связь поколений является одним из столпов устойчивости общества. Беда, однако, в том, что эта связь на наших глазах ослабевает. Не в последнюю очередь это происходит потому, что каждые десять лет возникает мир новой техносферы, в которой старшие чувствуют себя не столь свободно, как младшие. Это одна из причин, почему родителям все труднее передавать детям свой опыт (см.: Гринин 1998; 2006г; Гринин, Коротаев 2009а).

Но самое опасное в этом плане может ожидать нас впереди. Ведь грядущие изменения могут трансформировать само понятие будущих поколений не в лучшую сторону. В частности, готовы ли мы к тому, что связь поколений может вообще прерваться, если через некоторое время благодаря новым технологиям репродукции можно будет искусственно выращивать детей вне материнской плаценты? Готовы ли мы отказаться от понятия детей и родителей, бабушек/дедушек и внуков? Вряд ли... Но если мы не задумаемся об этом сейчас, то позже нас об этом могут и не спросить. Ведь разве прогресс незаметно не отобрал у сотен миллионов людей, единственных детей у своих родителей, братьев и сестер? И если возникнет такое искусственно выращенное новое поколение, не знающее родителей и родственников<sup>6</sup>, то не убавится ли желания заботиться о других одновременно у старшего и младшего поколений?

Такой переход, если он состоится, несомненно, нанесет смертельный удар по институту семьи, и без того ослабленному. И стоит только хотя бы одному поколению разорвать эту апробированную многими миллионами лет связь между родителями и детьми, и назад дороги уже не будет. Мало кто захочет брать на себя такое бремя...<sup>7</sup>

<sup>3</sup> Но уже сейчас видно, как быстро размываются эти фундаментальные ранее понятия.

<sup>4</sup> Например, экономический рост любой ценой может вести к истощению ресурсов и бессмысленным затратам; изобилие пищи наряду с идеологией потребления – к росту случаев ожирения и числа болезней; идеология гедонизма и бесконечной погони за удовольствиями – к росту эгоизма и ослаблению чувства долга по отношению к другим и обществу; безопасный секс – к потере грани дозволенного в сексуальном поведении; увеличение числа зрелищ и игр – к усилению неустойчивости психики, особенно у подрастающего поколения, и т. д.

<sup>5</sup> Нужно отметить, что грядущее потепление климата, которым сегодня пугают, способно вызвать потоп в буквальном смысле. Правда, единства у климатологов в этом вопросе определенно нет.

<sup>6</sup> Кстати, в развитие идеала утопии Платона, который писал, что в образцово устроенном государстве дети должны быть общими, отцы пусть не знают своих детей, а дети – отцов (Государство V, 457d). Естественно, что общество давно отвергло такие идеи. Однако даже Платон не предполагал, что и матери могут быть общими.

<sup>7</sup> И даже если искусственно рожденных детей станут передавать взрослым на воспитание, то эффект воспитания чужих детей будет существенно хуже, чем своих, на которых у кровных родителей все-таки хватает тер-

**Систематизируя риски.** В нашей монографии, обсуждая будущие технологии, мы мало говорили об обратной стороне грядущих перемен. Поэтому логично, что это заключение будет связано с возможными проблемами и рисками, вытекающими из логики изменений в ходе завершающей фазы кибернетической революции.

Прогнозирование таких проблем может помочь заранее озаботиться созданием оптимальных социальных, правовых и иных инструментов, чтобы такие изменения не застигли врасплох, чтобы можно было минимизировать негативные последствия. Разумеется, многое из того, что делает биомедицинская этика в течение трех десятилетий, может быть полезным. Однако, хотя за это время она превратилась в устоявшуюся область знаний с широкой специализацией, имеет собственные международные центры, конференции и периодические издания, этого явно недостаточно. Речь идет уже не столько об этике и этико-правовых коллизиях, сколько о будущем человека как биологического организма. Поэтому впору говорить о *биогуманитарном категорическом императиве*, о выработке фундаментальных принципов и форм, которым стоит следовать на пути к новому состоянию (и которые желательно закрепить в какой-либо международной правовой форме).

О некоторых рисках, например, связанных с серьезными изменениями в профессиональной структуре и компетенциях, мы говорили ранее. Это серьезные риски, и побеспокоиться о них лучше заблаговременно. Ведь что означают серьезные изменения в сфере обслуживания? В этой сфере занято сейчас три четверти населения. И любые потрясения в ней означают, что это отразится на десятках миллионов человек, притом что в последние годы в сфере обслуживания особенно задействованы пожилые и пенсионеры. Другие опасности достаточно очевидны. Так, несомненно, что применение боевых роботов, развитие нанотехнологий и многое другое может вызвать соблазн использования этих технологий для достижения военной победы стороной, которая временно добилась технологического преимущества. Существенными остаются также экологические риски. Так, предполагается, что наночастицы могут быстро привести к загрязнению воды, воздуха, почвы, нанести ущерб флоре и фауне. А в генной инженерии, в частности из-за эффекта горизонтального переноса генов, существует опасность, что модифицированный ген, например, сельскохозяйственного растения может попасть в другие растения, насекомых, животных и даже человека (Paoletti *et al.* 2008).

Анализ других рисков потребовал бы значительного места, поэтому мы вынуждены отложить эту тему до подходящего случая. Сейчас же главным образом остановимся на рисках, связанных с изменением демографической ситуации под влиянием естественных процессов, резко усиленных достижениями в медицине.

**Демографические необратимые трансформации.** Каждая фаза производственной революции обязательно связана с демографическими изменениями. В целом же в результате производственной революции изменяется тип демографической модели воспроизводства населения. Это выражается в радикальном

---

пения и желания довести их до нужного уровня развития и социализации. В то же время можно представить, какие страсти разгорятся вокруг процесса «распределения» таких детей.

увеличении численности населения и темпов его прироста. В течение периода аграрной революции численность населения и его плотность выросли в десятки раз (с нескольких миллионов до сотен миллионов человек). В процессе индустриальной революции удалось резко снизить смертность и увеличить продолжительность жизни. В целом численность населения очень существенно возросла (например, население Великобритании за столетие с середины XVIII до середины XIX в. увеличилось в три раза с 6 до 8 млн чел. [Cipolla 1976a: 15]). Изменилась и структура населения: городское население стало быстро расти за счет сельского.

В процессе начальной и средней фаз кибернетической революции происходит гигантский рост общего населения Земли. Этот рост коснулся прежде всего развивающихся стран, представляя, по сути, продолжение тенденций демографической революции индустриальной эпохи. Но с другой стороны, в развитых странах произошло завершение демографической революции – так называемый демографический переход, который заключается в снижении рождаемости. Одновременно значительно повысились продолжительность жизни и ее качество. Демографический переход – это уже результат собственно начальной фазы кибернетической революции. Недаром сегодня во все большем количестве развивающихся стран рождаемость падает, мы также наблюдаем заметный процесс старения населения в некоторых из них.

Таким образом, кибернетическая революция существенно изменила тип воспроизводства населения: а) сократила рождаемость при резком уменьшении детской смертности, это привело к тому, что среднее число детей в семьях значительно уменьшилось; б) резко сократило общую смертность, что привело к невиданной прежде продолжительности жизни; в) наблюдается процесс старения населения, когда средняя (медианная) продолжительность жизни составляет в ряде стран 40 лет и выше (см. об этом в *Главе 7*). В результате серьезно изменилась демографическая структура населения. Из пирамидальной (когда дети и молодежь составляют основную часть населения) она все более предстает как прямоугольная, когда численность людей пожилого возраста почти равна количеству молодежи.

Но уже имеющиеся и будущие достижения медицины и других направлений могут внести еще больший вклад в изменение структуры воспроизводства. В ближайшие десятилетия мы увидим процесс глобального старения населения, в результате которого его структура может стать обратно пирамидальной (то есть численность детских и молодых когорт будет меньше, чем пожилых; мы видели эти прогнозы в *Главе 7*). Рассмотрим некоторые следствия и возможные риски данной ситуации.

В некоторых развитых странах ожидаемая продолжительность жизни может возрасти до 95–100 лет, а в целом в мире она достигнет уровня сегодняшних наиболее благополучных стран (таких как Япония), то есть 80–84 лет, но, может быть, даже станет выше. При этом особенно быстрый рост пожилых когорт будет наблюдаться в ближайшие три десятилетия. В итоге **через 30 лет мир будет делиться не на первый и третий, а на мир старых и мир молодых наций**<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Это также может привести и к определенному геополитическому напряжению, если, как писал Ф. Фукуяма, мир разделится на Север, где тон в политике будут задавать женщины старшего возраста, и Юг, где движу-

Но к этому времени старение населения будет очень заметно в большинстве стран мира (за исключением, вероятно, государств Африки). В то же время замедление темпов рождаемости и исчерпание демографического дивиденда в большинстве стран третьего мира приведет к тому, что демографическая структура очень сильно изменится, в ней значительно снизится доля детей и молодежи и увеличится доля людей пожилого возраста<sup>9</sup>.

**Закат демократии и борьба поколений?** О многих следствиях этого мы уже говорили в *Главе 7*. Но стоит остановиться еще на некоторых, не совсем тривиальных. Дело в том, что старение населения может привести к закату демократического строя. Демократия может перерасти в геронтократию, из которой трудно будет вырваться, а в условиях борьбы за голоса избирателей вполне вероятен кризис демократической формы правления в целом. Дело в том, что с ростом продолжительности жизни и сокращением доли молодежи в структуре населения неизбежно серьезно вырастет численность и роль пожилых и старых людей, причем с вероятным половым перекосом: женщин в западных странах и мужчин в некоторых восточных. А поскольку пожилое поколение более консервативно в своих пристрастиях и привычках, это может повлиять на выбор политического курса и многих других политических, социальных и экономических нюансов, способных поставить молодое и среднее поколения в невыгодное положение.

Еще более тревожит то, что рост продолжительности жизни и активности может вызвать противостояние поколений, поскольку, как мы говорили в *Главе 7*, для обеспечения возрастающего числа престарелых потребуются повышение потолка трудового возраста за счет увеличения работоспособности на 10–20 и более лет полной вовлеченности инвалидов в трудовой процесс за счет новых технических средств и достижений медицины. Однако, во-первых, в таком случае старшее поколение будет неизбежно препятствовать карьерному росту младшего, во-вторых, постаревшее население может вести общество к росту консерватизма, что способно замедлить и технологический рост в будущем (к тому же будет сложно заменить пожилых работников, переучиваться которым будет очень трудно). Убрать стариков с пути молодых станет нелегкой задачей, и, как предполагал Ф. Фукуяма (2004), в мире с высокой ожидаемой продолжительностью жизни обществу, возможно, придется прибегнуть к безличным, институционализированным формам эйджизма. Да, уже сейчас пришло время думать о том, как совместить необходимость роста потолка рабочего возраста для пожилых и возможность продвижения для молодых.

Немаловажно, что такой крен к геронтократии быстрее всего наметится в европейских странах и США. В них, с одной стороны, наиболее сильны традиции демократии, а с другой – наиболее заметна этнокультурная диспропорция (в результате в будущем, например, в США могут быть противопоставлены молодое

---

шей силой будут, как назвал их Т. Фридман, сердитые молодые мужчины с развязанными руками (Фукуяма 2004).

<sup>9</sup> Отметим, что сегодня нехватка детей привела к активизации так называемой ювенальной юстиции в ряде стран Европы, отбирающей детей у родителей, особенно иностранцев, которые, по ее мнению, неправильно воспитывают детей, и передавая их приемным родителям. О ювенальной юстиции рассказываются такие ужасы, что трудно понять, где правда, а где вымысел. Страсти вокруг передачи детей-сирот иностранцам связаны с теми же тенденциями. Дальнейшее сокращение детей может привести к увеличению числа попыток с помощью различных ухищрений приобрести детей, отобрав их у реальных родителей.



латинское и пожилое белое население, а в Европе – молодое исламское и пожилое белое христианское). Это означает, что раздел «Север – Юг» будет повторен в каждой стране, где стареющее коренное население будет жить рядом с культурно иным и существенно более молодым пришлым населением (Фукуяма 2004).

В условиях глобализации поколенческие конфликты в этих странах на почве указанного кризиса демократии неизбежно скажутся на судьбах всего мира.

**Геополитика искусственной репродукции?** Вернемся теперь к вопросу о возможном изменении человеческой репродукции. Если появятся технологии выращивания младенцев вне материнской плаценты, это может радикально изменить структуру воспроизводства населения (тем более если возникнут и другие технологии, такие как клонирование). Мы рассмотрели это в аспекте разрыва связей между поколениями. Но есть еще и глобальный аспект. Готовы ли будут страны и мир в целом к таким изменениям? И не захотят ли некоторые страны – что было бы вполне естественно – воспользоваться своими демографическими преимуществами? Здесь полный простор для фантазии. С одной стороны, очевидно, что при создании в будущем каких-то общепланетарных органов и выработке квот для разных государств численность населения страны станет намного более важной характеристикой государства, чем сегодня, особенно в международных отношениях (сегодня позиция страны скорее оценивается по объему богатства и военной мощи). Но смиритесь ли Запад с тем, что страны с гораздо более высокой численностью населения станут диктовать ему условия?

С другой стороны, почему бы некоторым политическим элитам не воспользоваться новыми репродуктивными технологиями? Следовательно, вовсе не исключено, что политические элиты в будущем могут использовать «промышленные» репродуктивные технологии в геополитических целях. Не начнется ли, например, гонка роста населения с их помощью? Но если те или иные страны будут пытаться решить проблему недостатка детей, развивая методы их выращивания вне материнской планценты, неизбежно возникнет гонка «производства детей», и никто не знает, к чему это приведет.

**Стоя на одной хромой ноге?** Чем быстрее происходят изменения, тем труднее обществу успевать за ними, тем гетерогеннее оно становится в социальном (а часто и этнокультурном) плане. Неслучайно в последние полвека появляется все больше всяких меньшинств, отстаивающих свои далеко не всегда понятные права, а общество поддается их давлению под лозунгом толерантности. Но как долго может продолжаться этот процесс? Толерантность и политкорректность в конце концов ведут к тому, что все сложнее становится отличить хорошее от плохого (растворяются критерии этих понятий), нравственные категории становятся категориями личного выбора или вкуса, а не оценки «хорошего и плохого, должного и вредного» и т. п.

Между тем в обществе с давнего времени и до сих пор действовали два главных регулятора, без которых оно не может существовать. Это мораль и право, которые также опираются на психологические структуры общества и населения, действующие на почти подсознательном уровне (см.: Гринин 1997; 1998; 2003б; 2006г).

Наша мораль формировалась в период охотничье-собираательского и аграрно-ремесленного принципа производства вместе с религиями или под их влиянием, окончательно оформившись в период индустриализма<sup>10</sup>. Хотя с течением времени мораль меняется, она полноценно работает только будучи однозначной и безусловной. Всякие рассуждения о том, что «с одной стороны, это плохо, но с другой стороны, с этим можно примириться; а здесь нужна терпимость; а это личное дело» и т. д. и т. п. — ослабляют роль морали. Происходит также так называемая «медикализация зла», когда не только отклонения от нормы, но и преступления все более объясняются совокупностью особых свойств наследственности, среды, эволюции, представляются своего рода болезнью, а не виной. В итоге добро превращается в односторонние моральные обязательства, зло и злодеи тяготеют к исчезновению вообще, отклонения от нормы перестают считаться морально предосудительными, места для моральной вины не остается (см.: Фрумкин 2015). Между тем чем быстрее развивается технология, тем менее общепризнанной становится мораль, поскольку она не успевает найти новые точки равновесия<sup>11</sup>. И не исключено, что за каким-то пределом скорости научно-технического развития начнется заметное разрушение морали либо ее дезинтеграция и распадение на многочисленные групповые версии. И это тем более опасно в условиях, когда могут появиться огромные технологические возможности трансформации человеческого организма. В отсутствие моральных ограничений и в стремлении к высоким прибылям от сомнительных в моральном плане инноваций могут возобладавать самые разные уродства: от моды на ежегодные особого рода коррекции тела до попыток превратиться в сверхлюдей за счет новых медицинских технологий.

Юридическое право, появившись в аграрно-ремесленных обществах, обрело зрелость в период индустриализма (но нормотворчество имеет место в любом обществе). Право, будучи более гибким, чем мораль, тем не менее требует определенной устойчивости, которой, как мы видим, сложно добиться в условиях быстрой смены технологий. По словам С. Лема (1968), перед технологическими инновациями общество и его правовые нормы чаще всего оказываются практически бессильными, если только они не вступают в откровенно прямой конфликт с законами. И, как справедливо отмечает Лем, интенсивность, с которой «упрощающие дело» технические средства подрывают ценности, имеет положительную корреляцию с их эффективностью. Это значит, что чем эффективнее технологии решают какие-то частные проблемы, тем сильнее они изменяют общество, его морально-правовую ткань, последствия чего начинают осознаваться гораздо позже. Поэтому хотя право, по-видимому, продержится дольше морали (если, конечно, не предпринять радикальных мер по сохранению последней и уменьшению степени толерантности), однако есть большая опасность, что и оно будет размыто<sup>12</sup>. Тем более что перед правом уже стоит весьма сложная задача интеграции национальных и международных принципов.

<sup>10</sup> Но мораль — это далеко не только плод социального развития, а еще и очень долгий путь развития в рамках животного мира. Так, эмпатия, то есть сочувствие, сопереживание, по мнению некоторых исследователей, имеет двухсотмиллионную историю развития только в рамках класса млекопитающих (см.: Свааб 2014: 342).

<sup>11</sup> Так, например, потребность в том, чтобы женщины массово пришли на производство, внесла существенные изменения в их поведение, одежду, образ жизни и взаимоотношения с мужчинами, резко увеличило число разводов, усилило правовую защиту женщин и т. д. Ослабление роли религии под влиянием образования и науки внесло свои огромные изменения в трактовку моральных принципов.

<sup>12</sup> Легко представить, например, появление в будущем «роботов» или иных систем как субъектов права.

Как будет самоорганизовываться будущее общество в таком случае, неясно. В предшествующие эпохи мораль и право можно было сравнить с двумя ногами, на которых общество стояло довольно крепко (причем там, где был перекос, например право было недостаточно развитым, чувствовался и крен общества). Но, образно говоря, если одна «нога» (мораль) исчезнет, а другая (право) ослабеет, устоит ли общество на такой слабой опоре при столь высокой скорости движения вперед?

Вопросы будущих институтов общества также смогут стать крайне актуальными, причем в связи с появлением инноваций, способных заменять или модифицировать прежние формы регуляции отношений. Самоуправление в наиболее развитом виде имеется именно в социальных системах. И хотя, говоря о будущей эпохе самоуправляемых систем, мы делали акцент на технобиологические, однако развитие этих систем неизбежно затронет и механизмы регулирования общественных отношений. Поэтому стоит побеспокоиться о технологии социального предвидения и купирования проблем до массового распространения инноваций, внушающих опасения. Ибо впереди может быть дорога как к новым невиданным горизонтам, так и к невиданным проблемам и даже катаклизмам.

\* \* \*

Мы движемся вперед все быстрее и быстрее, но при этом всегда по неизведанному пути, на ощупь, очень слабо представляя последствия своих инноваций. И это не может не вызывать опасений. «Человек меняет жизнь на Земле с огромной скоростью, по большому счету даже не осознавая этого» (Филд 2015). Но уже давно пора начать отдавать себе отчет в последствиях каждого нового шага вперед. И хотя у нас нет другого выбора, кроме как идти вперед, максимум осторожности, мудрости, благоразумия и даже некоторого смирения перед величием Вселенной и мира, глубокого уважения к наследию, оставленному нам миллиардами лет биологической эволюции, абсолютно необходимы на этом пути. И тогда наши упорство, знания и (пусть еще слабая) способность к предвидению позволят благополучно дойти до новых вершин человеческого могущества и оставить потомков, способных его сохранить.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**



# Приложение 1<sup>1</sup>

## Формализация параметров исторического процесса

**Табл. П1.1.** Сводная таблица формационных категорий (категорию «основные противоречия» см. в Табл. 2)

№ формации	Принцип производства	Тип отчуждения	Тип социальной организации	Тип политической организации	Тип этнической организации	Тип общественного сознания
1	Охотничье-собираТЕЛЬ-ский	Дозко-номи-ческий	Родственно-поло-возрастной	Общинно-родствен-ный	Племенной	Примитив-но-религи-озный
2	Аграрно-ремеслен-ный	Внеэко-номи-ческий	Сословно-классовый	Государ-ственно-областной	Народно-террито-риальный	Религиозно-идеологиче-ский
3	Промыш-ленный	Полу-эконо-мичес-кий	Классово-собственни-ческий	Государ-ственный	Националь-но-государ-ственный	Политико-правовой
4	Научно-кибернети-ческий	Эконо-мичес-кий	Профессио-нально-ин-формацион-ный	Надгосу-дарствен-ный	Наднацио-нальный	Научно-информа-ционный

**Табл. П1.2.** Основные формационные противоречия

Номер формации	Формулировка противоречия
1	Между возможностью производить больше и отсутствием для этого потребностей и социальных возможностей
2	Между способностью хозяйства создавать большой излишек благ и непроизводительным его потреблением
3	Между усилением общественного характера производства и частно-корпоративным способом управления производством
4	Между общечеловеческими потребностями в единых действиях и национально-групповым эгоизмом

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 14-11-00634).

**Табл. П1.3.** Хронология этапов принципа производства

<i>Принцип производства</i>	<i>1 этап</i>	<i>2 этап</i>	<i>3 этап</i>	<i>4 этап</i>	<i>5 этап</i>	<i>6 этап</i>	<i>Итого весь принцип производства</i>
1. Охотничье-собирательский	40 000–30 000 (38 000–28 000 до н. э.) <b>10</b>	30 000–22 000 (28 000–20 000 до н. э.) <b>8</b>	22 000–17 000 (20 000–15 000 до н. э.) <b>5</b>	17 000–14 000 (15 000–12 000 до н. э.) <b>3</b>	14 000–11 500 (12 000–9 500 до н. э.) <b>2,5</b>	11 500–10 000 (9 500–8 000 до н. э.) <b>1,5</b>	40 000–10 000 (38 000–8 000 до н. э.) <b>30</b>
2. Аграрно-ремесленный	10 000–7 300 (8 000–5 300 до н. э.) <b>2,7</b>	7 300–5 000 (5 300–3 000 до н. э.) <b>2,3</b>	5 000–3 500 (3 000–1 500 до н. э.) <b>1,5</b>	3 500–2 200 (1 500–200 до н. э.) <b>1,3</b>	2 200–1 200 (200 до н. э. – 800 н. э.) <b>1,0</b>	800–1430 н. э. <b>0,6</b>	10 000–570 (8 000 до н. э. – 1430 н. э.) <b>9,4</b>
3. Промышленный	1430–1600 <b>0,17</b>	1600–1730 <b>0,13</b>	1730–1830 <b>0,1</b>	1830–1890 <b>0,06</b>	1890–1929 <b>0,04</b>	1929–1955 <b>0,025</b>	1430–1955 <b>0,525</b>
4. Научно-кибернетический	1955–2000 (1955–1995) <sup>2</sup> <b>0,04–0,045</b>	2000–2040 (1995–2030) <b>0,035–0,04</b>	2040–2070 (2030–2055) <b>0,025–0,03</b>	2070–2090 (2055–2070) <b>0,015–0,02</b>	2090–2105 (2070–2080) <b>0,01–0,015</b>	2105–2115 (2080–2090) <b>0,01</b>	1955 – предположительно (2090) 2115 <b>0,135–0,160</b>

*Примечание:* цифра перед скобкой – абсолютная шкала (число лет от современности), цифра в скобках – до н. э./н. э.. В связи с необходимостью математической обработки хронология взята приблизительно даже по сравнению с хронологией в тексте (часто берутся средние, промежуточные и другие условные цифры). **Полужирным** обозначена длительность этапов (в тыс. лет).

**Табл. П1.4.** Длительность принципов производства и их этапов (в тыс. лет)

<i>Принцип производства</i>	<i>1 этап</i>	<i>2 этап</i>	<i>3 этап</i>	<i>4 этап</i>	<i>5 этап</i>	<i>6 этап</i>	<i>Итого весь принцип производства</i>
1. Охотничье-собирательский	10	8	5	3	2,5	1,5	30
2. Аграрно-ремесленный	2,7	2,3	1,5	1,3	1,0	0,6	9,4
3. Промышленный	0,17	0,13	0,1	0,06	0,04	0,025	0,525
4. Научно-кибернетический	0,04–0,045	0,035–0,04 <sup>3</sup>	0,025–0,03	0,015–0,02	0,01–0,015	0,01	0,135–0,160

<sup>2</sup> В скобках в этой строке дан расчет меньшего по длительности из предполагаемых вариантов научно-информационного принципа производства (четвертой формации). Со второго столбца этой строки дается предполагаемая длительность этапов научно-информационного принципа производства.

<sup>3</sup> В этой строке далее дается предполагаемая длительность этапов научно-кибернетического принципа производства.

**Табл. П1.5.** Отношение длительности каждого этапа и их комбинаций к длительности принципа производства (в процентах)<sup>4</sup>

Принцип производства	1	2	3	4	5	6	1–2	3–4	5–6	1–3	4–6
1. Охотничье-собирательский	33,3	26,7	16,7	10	8,3	5	60	26,7	13,3	76,7	23,3
2. Аграрно-ремесленный	28,7	24,5	16,0	13,8	10,6	6,4	53,2	29,8	17	69,1	30,9
3. Промышленный	32,4	24,8	19	11,4	7,6	4,8	57,1	30,5	12,4	76,2	23,8
4. Научно-кибернетический	28,1 (29,6) <sup>5</sup>	25 (25,9)	18,8 (18,5)	12,5 (11,1)	9,4 (7,4)	6,3 (7,4)	53,1 (55,6)	31,3 (29,6)	15,6 (14,8)	71,9 (74,1)	28,1 (25,9)
Среднее	30,6 <sup>6</sup>	25,3	17,6	11,9	9	5,6	55,9	29,6	14,6	73,5	26,5

**Табл. П1.6.** Сравнение соотношения длительности этапов каждого принципа производства (в процентах)<sup>7</sup>

Принцип производства	1 : 2	2 : 3	3 : 4	4 : 5	5 : 6	(1+2): (3+4)	(3+4): (5+6)	(1+2+3): (4+5+6)
1. Охотничье-собирательский	125	160	166,7	120	166,7	225	200	328,6
2. Аграрно-ремесленный	117,4	153,3	115,4	130	166,7	178,6	175	224,1
3. Промышленный	130,8	130	166,7	150	160	187,5	246,2	320
4. Научно-кибернетический	112,5 (114,3)	133,3 (140)	150 (166,7)	133,3 (150)	150 (100)	170 (187,5)	200 (200)	255,5 (285,7)
Среднее <sup>8</sup>	121,4	144,2	149,7	133,3	160,9	190,3	205,3	282,1

<sup>4</sup> В Табл. П1.5 проведен расчет соотношения длительности каждого из шести этапов к длительности соответствующего принципа производства по несложной методике. Абсолютная длительность этапа (или суммы двух-трех этапов) делится на полную длительность этапа. Например, если длительность охотничье-собирательского принципа производства 30 тыс. лет, первого его этапа – 10 тыс. лет; второго – 8 тыс. лет; третьего – 5 тыс. лет, тогда соотношение к принципу производства соответственно первого этапа составит 33,3 %; суммы первого и второго этапов – 60 %; суммы первого, второго и третьего этапов – 76,7 %. В Табл. П1.5 выведены также средние для всех принципов производства показатели.

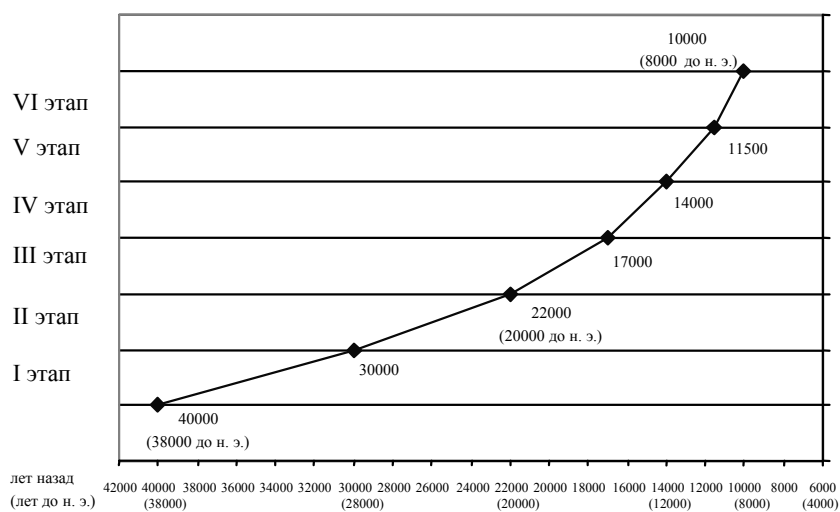
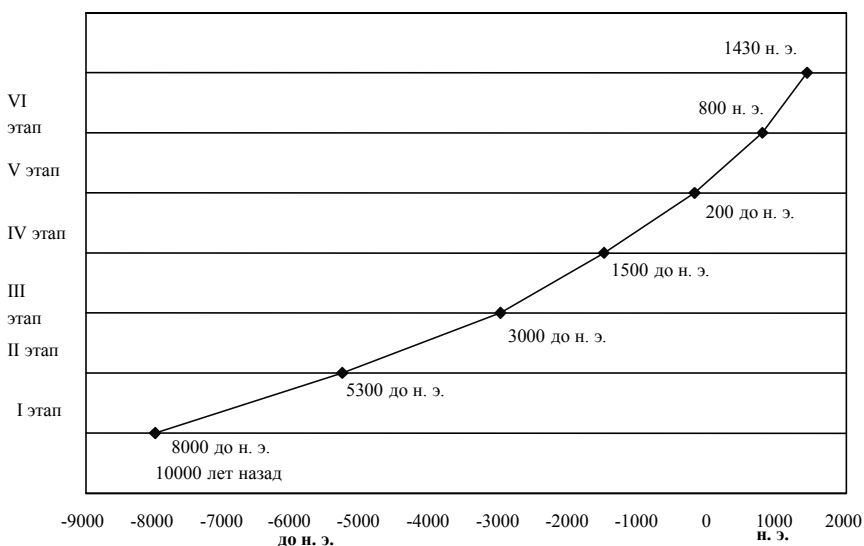
<sup>5</sup> В скобках в этой строке дан расчет меньшего по длительности из предполагаемых вариантов научно-кибернетического принципа производства (четвертой формации).

<sup>6</sup> В расчете среднего показателя учтен только один вариант развития научно-кибернетического принципа производства из двух (взята цифра перед скобкой).

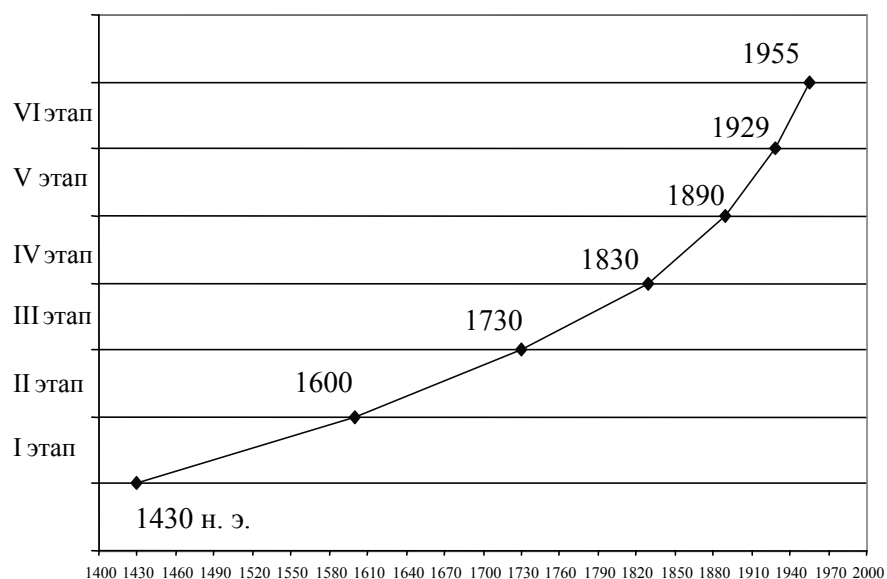
<sup>7</sup> В Табл. П1.6 по аналогичной с Табл. П1.5 методике сравнивается длительность этапов (и комбинаций этапов) между собой в рамках одного принципа производства. Например, для охотничье-собирательского принципа производства отношение длительности первого этапа (10 тыс. лет) ко второму (8 тыс. лет) составит 125 %, а отношение второго этапа к третьему (5 тыс. лет) – 160 %. Отношение же сумм длительности первого и второго этапов к длительности третьего и четвертого (3 тыс. лет) этапов составит соответственно 225 %. В Табл. П1.6 выведены также средние для всех принципов производства показатели.

<sup>8</sup> В расчете среднего показателя учтен только один вариант развития научно-кибернетического принципа производства из двух (взята цифра перед скобкой).

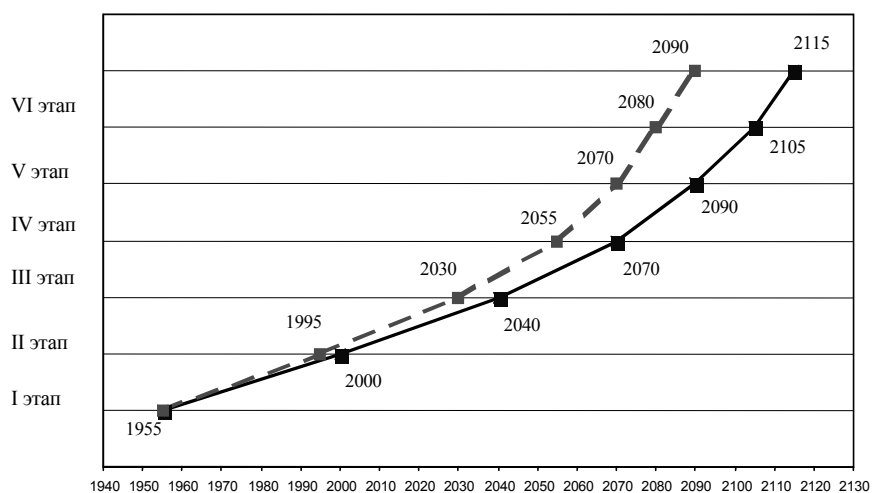


**График П1.1.** Охотничье-собираТЕЛЬСКИЙ принцип производства**График П1.2.** Аграрно-ремесленный принцип производства

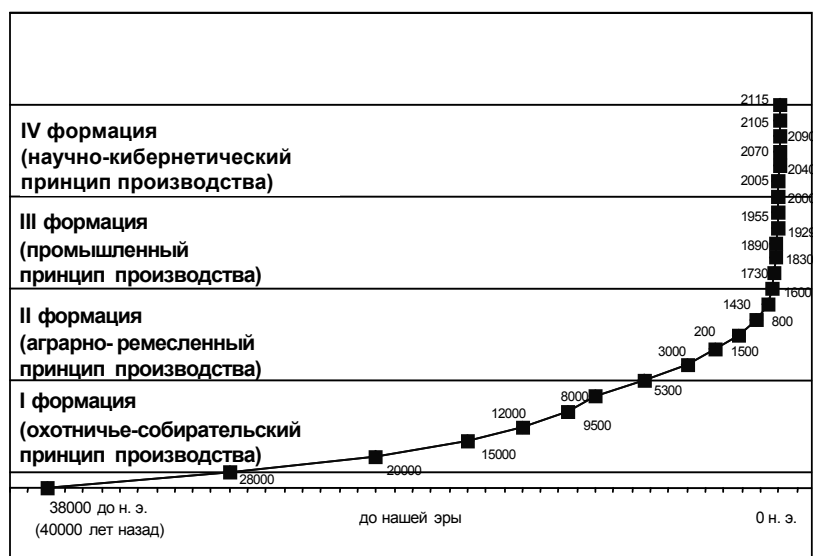
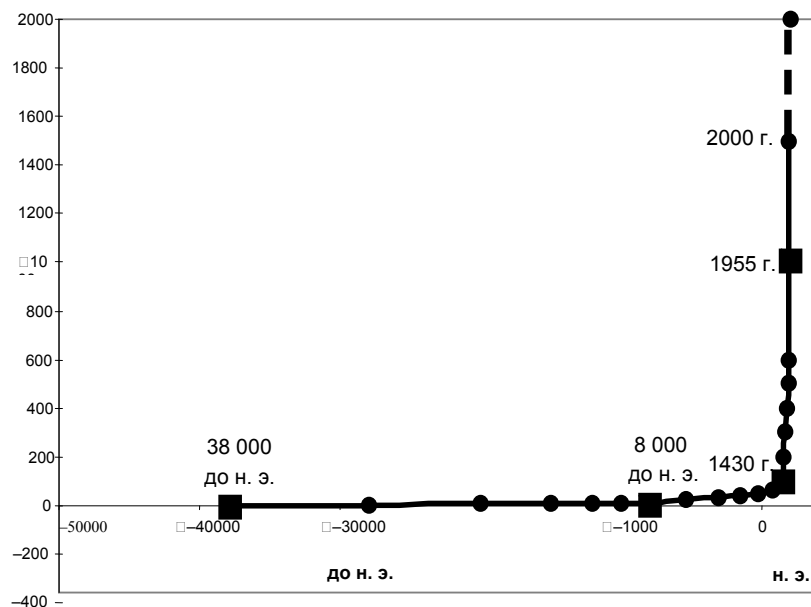
**График П1.3.** Промышленный принцип производства



**График П1.4.** Научно-кибернетический принцип производства



*Примечание:* пунктирная линия показывает вариант предлагаемого развития научно-кибернетического принципа производства и соответствует датам в скобках в пятой графе Табл. П1.1.

**График П1.5.** Развертывание во времени исторического процесса**График П1.6.** Гиперболическая модель динамики исторического процесса

*Примечание:* Модель, представленная на графике, откалибрована по оси ординат<sup>9</sup>. В таком варианте разворачивание исторического процесса принимает вид, напоминающий уже не экспоненту (как на Графике П1.5), а гиперболу, что свидетельствует о том, что для него, по-видимому, характерен режим с обострением.

<sup>9</sup> При калибровке сдвиги от одного принципа производства к другому рассматриваются в качестве сдвига на порядок, а сдвиги в пределах одного принципа производства – как сдвиги на пункты в пределах соответствующего порядка. Подобная калибровка представляется обоснованной, так как не всегда продуктивно откладывать на единой шкале одно и то же значение для перехода от одного принципа производства к другому (например, для аграрной революции), и для сдвига в рамках одного и того же принципа производства (например, для появления специализированного собирательства). Действительно, скажем, первый из этих сдвигов увеличивал несущую способность Земли на 1–2 порядка, а второй – в лучшем случае в 2–3 раза.

## Приложение 2

### Промышленная и кибернетическая революции в аспекте кондратьевских волн\*

В Приложении показана взаимосвязь производственных революций и кондратьевских длинных циклов, или волн (далее часто К-волн)<sup>1</sup>. Такой аспект позволяет увидеть технологическое развитие мира в новом свете и с важными деталями. В частности, мы показываем, что многоукладность мировой экономики является важным фактором волн инноваций. К-волны связаны только с двумя последними принципами производства – промышленным и научно-кибернетическим, а в данном Приложении рассматриваются периоды начиная с завершающей фазы промышленной революции, то есть примерно с 1730 г. по настоящее время, с уточнением некоторых уже сделанных нами прогнозов на ближайшие 40–50 лет.

Приложение имеет следующую структуру. После введения сначала рассматривается причина появления индустриальной цикличности (среднесрочных и длинных циклов). Далее текст делится на четыре раздела. В первых двух рассматриваются аспекты *теории технологических укладов*, сменяющих друг друга каждые несколько десятков лет. Считается, что кондратьевские волны порождаются сменой укладов и, в свою очередь, создают условия для их развития и смены. Очевидно, что эти уклады тесно связаны с инновациями и развитием производственных революций. В последних двух разделах приложения последовательно проанализированы особенности каждой из К-волн (и каждой их фазы) как этапов мирового экономико-технологического процесса в свете теории производственных революций и принципов производства<sup>2</sup>.

#### ВВЕДЕНИЕ. ЧТО ТАКОЕ КОНДРАТЬЕВСКИЕ ВОЛНЫ

Качественное (в том числе инновационное) движение к новым, неизвестным формам, уровням, объемам и т. п. не может идти бесконечно, линейно и беспрепятственно. Оно всегда имеет ограничения, сопровождается возникновением диспропорций, ростом сопротивления средовых ограничений, конкурентной борьбой за ресурсы и т. п. Эти бесконечные попытки преодоления сопротивления среды и создавали условия для более или менее заметного продвижения вперед в отдельных обществах и в целом в Мир-Системе. Однако сравнительно короткие периоды быстрого развития (которое могло быть выражено линейным, экспоненциальным или гиперболическим трендом) сменялись стагнацией, застоем, кризисами разных видов и откатами. Во многом именно поэтому движение очень часто приобретало циклические формы, причем для доиндустриальной эпохи можно говорить о циклах самой разной длительности, включая тысячелетние.

---

\* Исследование выполнено при поддержке РГНФ (проект № 14-02-00330).

<sup>1</sup> Термины «длинный цикл», «кондратьевский цикл», «кондратьевская волна» употребляются нами как синонимы.

<sup>2</sup> Многие аспекты темы кондратьевских волн, в том числе в связи с теорией производственных революций и принципов производства, развиты нами в следующих работах: Гринин 2010а; 2012б; 2013б; Гринин, Коротаев 2012; Гринин, Коротаев, Цирель 2011; Гринин Л., Гринин А. 2015; Grinin L., Grinin A. 2015; Grinin, Korotayev 2014а.

В индустриальный период, когда стремление к расширению стало важнейшей характеристикой производительных сил, цикличность в некоторых отношениях проявилась еще более наглядно. Экономические циклы длительностью 7–11 лет, выражающиеся в бурных подъемах и внезапно охватывающих общество кризисах, стали неотъемлемой частью поступательного развития. Однако на фоне этих иногда очень ярких циклических колебаний менее явно, но весьма чувствительно просматривались и циклы иной длительности. Одними из наиболее интригующих, составляющих особо увлекательную интеллектуальную загадку являются длинные циклы в 50–60 лет, получившие название волн Кондратьева.

Анализ длинных экономических циклов помогает понять долгосрочную динамику развития Мир-Системы, позволяет строить прогнозы, но также проясняет очень многое в понимании прошлых кризисов и современного глобального экономического кризиса.

### **Длинные волны и циклы конъюнктуры**

Уже в конце XIX в., в 1880–1890-е гг. экономисты смогли выделить длительные периоды по 20–30 лет высокой и низкой конъюнктуры (то есть периоды повышения или понижения цен). Эти длительные колебания в ценах и некоторых других показателях упоминались и описывались рядом экономистов, однако ни один из них не посвятил им специальной работы. Только в 1920-х гг. в ряде работ (2002[1922]; 1925; 2002[1926]; 1928) российский экономист Николай Дмитриевич Кондратьев смог на базе уже проведенных исследований создать и развить относительно цельную теорию длинных циклов. Суть этой теории заключалась в том, что наряду с промышленными средними циклами в 7–11 лет в экономике различных стран имеют место и более длинные циклические колебания (40–60 лет). Одна фаза цикла (или волна) характеризовалась подъемом цен, конъюнктуры и в целом более активным экономическим ростом. Другая наступала после перелома и характеризовалась длительными депрессиями, низкими или падающими ценами, большими препятствиями для экономического роста. Такие длинные циклы прослеживались ученым не только в ценах, но и в накоплениях капитала и таких важных показателях, как добыча угля, выплавка чугуна и др. Важно, что Кондратьев настаивал, что эти колебания имеют причинами не только внешние влияния (как войны или открытия золотых месторождений), но главным образом внутренние (или эндогенные) механизмы. Это означало, что такие циклические колебания не случайны, а закономерны, а значит, можно делать долгосрочные прогнозы на их базе. Прогноз Кондратьева, сделанный им в 1922 г., что после 1920 г. наступает понижительная (депрессивная) длительная фаза, блестяще подтвердился через 7 лет начавшейся в 1929 г. Великой депрессией. В качестве причин смены повышательной волны понижительной Кондратьев отмечал неравномерность в накоплении капитала и сооружений длительного пользования (мостов, железных дорог), а также тот факт, что во время депрессивных фаз активность в изобретении и особенно внедрении инноваций резко возрастает. Последний момент был развит Й. Шумпетером (Schumpeter 1939) и затем рядом других исследователей, в результате чего возникла довольно стройная и ценная теория технологических укладов и парадигм, о которой будет сказано ниже.

Почти одновременно с Кондратьевым к сходным выводам пришли и некоторые другие экономисты, в частности де Вольф (de Wolff 1924). Теория Кондратьева вызвала в среде советских экономистов бурные дискуссии, в которых участвовали да-

же крупные политики, такие как Л. Д. Троцкий (1923). Кондратьев не смог (во многом просто не успел из-за гонений и последовавшего затем ареста в 1930 г.) создать теорию, которая полностью убедила бы экономистов. Но и опровергнуть его теорию оппонентам не удалось. В итоге осталась, как мы ее назвали, «загадка Кондратьева» (Новый... 2012): теория до сих пор остается в статусе гипотезы, но во многом она работает. Сегодня, правда, в основном ее рассматривают в рамках агрегированных показателей (которых во времена Кондратьева не было), таких как ВВП, например. Но нередко исследователи открывают длинные циклы и во многих других показателях, включая цены на золото. Мы считаем, что длинноциклическая теория продолжает работать, но для большего эффекта ее необходимо развивать вместе с теорией средних циклов, так как именно цепочки таких циклов и создают правильную по длительности смену фаз.

На основе предложенной Н. Д. Кондратьевым периодизации волн последующие исследователи кондратьевских циклов идентифицировали следующие длинные волны и их фазы<sup>3</sup>:

**Табл. П2.1.** Кондратьевские волны и их фазы

Порядковый номер К-волны	Фаза К-волны	Даты начала	Даты конца
I	А: восходящая	Конец 1780-х – начало 1790-х гг.	1810–1817 гг.
	В: нисходящая	1810–1817 гг.	1844–1851 гг.
II	А: восходящая	1844–1851 гг.	1870–1875 гг.
	В: нисходящая	1870–1875 гг.	1890–1896 гг.
III	А: восходящая	1890–1896 гг.	1914–1928 гг.
	В: нисходящая	1914–1928/29 гг.	1939–1950 гг.
IV	А: восходящая	1939–1950 гг.	1968–1974 гг.
	В: нисходящая	1968–1974 гг.	1984–1991 гг.
V	А: восходящая	1984–1991 гг.	2005–2008 гг.?
	В: нисходящая	2005–2008 гг.	2020-е?

*Источники:* Mandel 1980; Dickson 1983; Van Duijn 1983: 155; Wallerstein 1984; Goldstein 1988: 67; Chase-Dunn, Podobnik 1995: 8; Modelski, Thompson 1996; Berend 2002: 308; Бобровников 2004: 47; Пантин, Лапкин 2006: 283–285, 315; Ayres 2006; Linstone 2006: Fig. 1; Tausch 2006: 101–104; Thompson 2007: Table 5; Jourdon 2008: 1040–1043. Датировки нисходящей фазы V волны предложены нами в: Гринин, Коротаев 2009б; 2010а; 2012, 2015в; Гринин, Коротаев, Цирель 2011; Гринин 2010б).

Несмотря на указанные трудности, можно исходить из того, что циклическая динамика К-волн, по крайней мере в последние полтора-два века, имела место в реальности; что достаточно ритмичное колебание подъемов и спадов (ускорений и замедлений) некоторых важных экономических показателей (технологических изменений, цен, ВВП, оборотов торговли и др.) при анализе экономического развития действительно наблюдается.

<sup>3</sup> Здесь представлен некий сводный результат, фактически расхождения в периодизации волн у исследователей очень значительные, что, впрочем, видно и в интервалах датировок данной таблицы. Однако в контексте данного приложения проблема датировок начала и конца К-волн и их фаз не является принципиальной, и мы придерживаемся датировок таблицы. Но фактически, по нашему представлению, некоторые датировки требуют дополнительного уточнения. Особенно сложные проблемы связаны с периодом, захватывающим обе мировые войны.

### Принцип производства как цикл, состоящий из К-волн

Как мы видели, понятие *принципа производства* связано с анализом системы сформировавшихся (но неизвестных ранее) форм производства и технологий, превосходящих старые принципиально, во много раз (по возможностям, масштабам, производительности, а во многом и по номенклатуре продукции и т. п.).

К-волны возникают только на определенной стадии экономического развития обществ, поэтому мы можем рассматривать их **как специфический механизм, связанный с появлением и развитием индустриального принципа производства и способом расширенного воспроизводства индустриальной экономики**. Если же учитывать, что каждая новая К-волна не просто повторяет волновое движение, а основана на новом технологическом укладе, то **К-волны в определенном аспекте можно трактовать как фазы разворачивания промышленного и первых периодов научно-кибернетического принципов производства**<sup>4</sup>.

Важно понимать, что *принцип производства* представляет собой не просто процесс, но **цикл, состоящий из этапов зарождения, развития и широкого территориального распространения новой системы технологий, производства, систем и парадигм организации хозяйствования, достижения им зрелости, появления в этой системе новых несистемных элементов и ее переходного кризиса, завершающегося сменой старого новым принципом производства**.

Таким образом, в обоих явлениях (К-волнах и принципах производства) мы имеем дело с цикличностью, развитием производственных технологий и системы производства в целом, масштабом, превышающим рамки одного общества, движущими силами развития, связанными с инновациями. Все это, без сомнения, показывает неслучайное сходство между двумя анализируемыми процессами и дает большие возможности для их сравнения.

*Подчеркивая сходство, нельзя, конечно, забывать и о различиях между теориями:*

- Принцип производства и производственные революции – процессы, которые относятся ко всему историческому пути человечества, тогда как К-волны, по нашему мнению, характерны только для индустриальной эпохи.
- Принцип производства выражает качественный аспект изменений, а К-волны обнаруживаются прежде всего по количественным показателям, которые создаются разными факторами, включая войны и инфляцию.
- Инновационное движение есть лишь только один аспект К-волн наряду с другими, в то время как каждый этап производственных революций знаменует переход общества к новому состоянию (аттрактору).
- Поэтому движение принципа производства определяется развитием центра Мир-Системы, в то время как К-волны – усредненным значением для Мир-Системы.
- Этапы принципа производства (в отличие от длины К-волн и их фаз) не равны между собой, они подчиняются другой зависимости, которую можно выразить так: чем выше номер этапа в цикле принципа производства, тем он короче (а общее ускорение исторического процесса сокращает длительность всех этапов каждого следующего принципа производства по сравнению с предыдущим в несколько раз. См. Приложение 1).

<sup>4</sup> После завершения кибернетической революции примерно в 2050–2060-х гг. К-волны как механизмы развития экономики должны либо исчезнуть, либо изменить свою природу и уменьшить свою значимость. См. об этом также в последней части работы.

## **Раздел 1. ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И РОЖДЕНИЕ СИСТЕМЫ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ЦИКЛОВ**

### **1.1. Почему появились длинные К-волны и среднесрочные J-циклы? Их связь с промышленным принципом производства**

Первая К-волна, которую выделяли Н. Д. Кондратьев и большинство других исследователей, началась примерно в конце 1780-х гг. Вовсе не случайно первое проявление повторяющихся процессов длинноволновой экономической динамики совпало по времени с завершающей фазой промышленной революции (см. *Главу 4*). Можно считать, что завершающая фаза промышленной революции, собственно, и создала такое явление, как К-волны в экономике (по крайней мере, позволила увидеть их достаточно ясно). Рассмотрим это подробнее.

В период завершения промышленной революции (то есть в последней трети XVIII в.) экономика стала приобретать новое фундаментальное свойство – стремление к неуклонному и ежегодному расширению. Такое движение вперед, естественно, не могло быть равномерным, а подчинялось различным ритмам, общим свойством которых была смена ускорения и торможения, вызываемого исчерпанием доступных для роста ресурсов, насыщением рынка, снижением нормы прибыли и т. п. преградами экономической экспансии. Вместе с этим качеством появились и различные формы цикличности, проявившие себя сначала в развитии кредита и торговли, начиная с XVI в., но особенно в XVIII в. (см. ниже), а затем и в развитии промышленности. Эти ритмы были связаны с ограничениями, встающими на пути расширения, а также стремлением к их преодолению. Важнейшим способом преодоления препятствий стали инновации. Рождение К-волн и стало первой формой цикличности, специфичной для индустриального принципа производства. Другой формой – более заметной и более признанной экономистами – стали среднесрочные (7–11 летние) жюглярские циклы, завершающиеся более или менее сильным циклическим кризисом. Характерно, что завершение повышательной фазы первой К-волны открыло первый в истории полноценный среднесрочный экономический цикл (1818–1825 гг.). Относительно слабый подъем в 1824 – начале 1825 г. перерос в подлинный бум учредительства, инвестиций, спекуляций, что закончилось коллапсом осенью 1825 г. и депрессией в последующие годы.

Поэтому можно считать, что и длинный кондратьевский, и среднесрочный жюглярский циклы<sup>5</sup> связаны с одним и тем же фундаментальным изменением – переходом производства к новому паттерну развития, то есть расширенному воспроизводству, основанному не просто на вовлечении новых ресурсов (это происходило и при аграрно-ремесленном производстве), а на расширении за счет регулярных инвестиций, инноваций и усовершенствований.

Чем длиннее цикл, тем очевиднее его связь с инновациями. Н. Д. Кондратьев назвал длинные волны циклами конъюнктуры, так как наиболее отчетливо эти колебания прослеживались в динамике цен (а цены определяются спросом и предложением, то есть конъюнктурой). Но глубинные причины этой долгой цикличности он видел в перестройках экономики за счет инноваций и долгосрочных инвестиций, а также общества в целом. Одной из главных причин смены тренда кондратьевских волн, как выяснилось в различных исследованиях (см. ниже), являются разработка и внедрение крупных кластеров базисных инноваций (ритм появления и распростра-

<sup>5</sup> Эти циклы названы Й. Шумпетером в честь французского экономиста К. Жюгляра – жюглярскими. Соответственно мы иногда называем такие циклы J-циклами.



нения которых также напоминает волны). Эти кластеры инноваций ведут к смене экономико-технологической парадигмы.

Что касается среднесрочных циклов, то они в гораздо большей мере, чем длинные, подвержены влиянию краткосрочных конъюнктурных изменений. Но каким образом тогда связаны с инновациями среднесрочные циклы? Во-первых, через инвестиции, без которых инновации не могут быть внедрены. Среднесрочные циклы и циклические кризисы, которыми они заканчиваются, в большой степени связаны с колебаниями в объемах инвестиций и отдачей от них, часть из которых оказывается выгодными, а часть – нет. Во-вторых, значительные инновации внедряются неравномерно, рывками, сначала в одних отраслях, потом в других. Потоки инвестиций в процессе прохождения через среднесрочные циклы подвергаются селекции: менее результативные отсеиваются, а более результативные – продолжают. Следовательно, в одном аспекте среднесрочные циклы связаны с вовлечением и исчерпанием ресурсов для развития, а равно ценовыми и спекулятивными пузырями (и здесь их связь с К-волнами проявляется уже в агрегированных показателях изменения цен в определенный период), а в другом – с долгосрочными инвестициями и отдачей от них, в этом аспекте они являются структурными единицами, создающими К-волну (опять же в разрезе инноваций – долгосрочных инвестиций).

Вот почему К-волны могли полноценно реализоваться только через среднесрочные циклы<sup>6</sup>. *Связь между длинными и среднесрочными циклами, с одной стороны, и появившимся стремлением производительных сил к постоянному расширению – с другой, имеет, следовательно, общий знаменатель, включающий в себя инновации в качестве важнейшей компоненты.*

Отсюда очевидно, что оба типа экономического цикла связаны с более длительным (и более глубоким) циклическим изменением в производительных силах – производственными революциями, ведущими к смене одного принципа производства следующим.

Любые циклы – это способ развития экономики. В ходе любого из указанных экономических циклов происходит преодоление структурных технологических и общественных противоречий в отдельных обществах и Мир-Системе. Разумеется, чем длиннее цикл, тем сильнее это проявляется. Жюгляровские циклы можно считать минимальными по длительности в этом плане. Тогда К-волны будут промежуточными по длительности, а принципы производства – максимальными. В принцип производства укладывается не менее трех волн кондратьевских циклов, каждый из которых соответствует одному этапу принципа производства (см. ниже Табл. П2.5 и П2.8)<sup>7</sup>. Таким образом, К-волны ставятся в определенный масштаб между длительными циклами принципа производства и недлинными жюгляровскими циклами.

Итак, речь идет о разных типах циклов, структурно связанных между собой. Это означает, что особенности каждого этапа более крупного цикла (принципа производства) должны в той или иной мере сказываться на особенностях менее крупного цикла (К-волны и ее фаз).

<sup>6</sup> Фактически именно суммированные депрессии среднесрочных циклов определяют общую понижательную динамику понижательных фаз К-волн, а агрегированные подъемы среднесрочных циклов – повышательную динамику (см. подробнее: Гринин 2010б; Гринин, Коротаев 2012; 2014а; Grinin, Korotayev 2014a). Попутно отметим, что рассматривать последовательность нескольких жюгляровских циклов как единый период, имеющий повышательный или понижательный импульс, предлагал еще А. Шпитгоф (см.: Кондратьев 1989 [1925]: 28). Но он не выделял длинные циклы (Там же).

<sup>7</sup> Уточним, что К-волны покрывают только вторую половину промышленного и первую половину научно-кибернетического принципов производства, но мы вернемся к данному вопросу ниже.

Как мы увидим ниже, каждому кондратьевскому циклу (волне) соответствует особый технологический уклад (или техно-технологическая парадигма). Соответственно, цикл промышленного принципа производства от зарождения до завершения включает в себя вполне логично три таких техно-технологические парадигмы, каждая из которых соответствует одному этапу принципа производства. *Отсюда следует важный вывод, что развитие и смена технологий (и процесс трансформации общества в результате их внедрения и распространения) на каждом этапе принципа производства имеют свою специфику*, которая помогает прояснить и особенности каждой из К-волн (и их отдельных фаз), и некоторые черты длинноволновой динамики в целом. Рассмотрим это последовательно.

## 1.2. Нулевая и первая К-волны

**Предшественники среднесрочных циклов.** Исследователи среднесрочных циклов и кризисов XIX в. нередко уделяли значительное внимание также кризисам XVIII в. как весьма поучительным, а главное – во многом похожим на те, свидетелями которых были они сами. Действительно, общие черты (ажиотаж, чрезмерное кредитование, неожиданные громкие банкротства, сжатие кредита, паника и падение оборотов) налицо в кризисах разных периодов. И это неслучайно – целый ряд необходимых элементов для цикличности (за исключением, конечно, системы машинного промышленного производства, резко повысившего предложение товаров на рынке) в это время уже сложились. Формировался, как сказано выше, и императив постоянного расширения оборотов. Поэтому цикличность, присущая индустриальному принципу производства, была ощутимой уже в XVIII в. Роль кредита также существенно возросла в это время. А поскольку среднесрочные циклы и кризисы связаны с колебаниями в кредите (на одних фазах цикла кредит быстро распространяется, но при ухудшении ситуации он резко сокращается, что способствует стремительному коллапсу), то и некий прообраз средних циклов можно увидеть в XVIII в., особенно во второй его половине с колебанием примерно в 10 лет (см.: Хансен 1959; Бродель 1992: 270; Вирт 1877)<sup>8</sup>. В 1763 г. кризис начался в Гамбурге на фоне обесценивания денег в период Семилетней войны, но затем в результате колоссального банкротства братьев Нёввилль в Амстердаме приобрел европейский характер (Вирт 1877; Бродель 1992). Затем был кризис 1772–1773 гг., проходивший на фоне жестоких неурожаев 1771–1772 гг. и, подобно предыдущему, включавший крупное банкротство Клиф-

<sup>8</sup> В этот период именно в деятельности коммерческих банков, которые сначала безудержно раздают кредиты, а потом начинают их резко сокращать, Д. Юм и Д. Риккардо нашли ключ к разгадке повторяющихся циклов, состоящих из расширения и сжатия, из бумов и крахов, немало озадачивавших наблюдателей еще с середины XVIII в. Так, по крайней мере, утверждает М. Н. Ротбард (2005б[1969]). Правда, следует учесть, что Ротбард – представитель так называемой австрийской школы, считающей, что главная причина кризисов – чрезмерное кредитование, поэтому кредиты не должны превышать наличность. Что касается кризисов XVI – первой половины XVIII в., то они носили характер главным образом финансовых, связанных сначала с необеспеченностью крупных государственных займов, особенно в отношении Испании, а потом с крупнейшими финансовыми пирамидами во Франции (система Джона Ло) и в Англии (акции общества Южных морей) в 1710-х – начале 1720-х гг. Тем не менее определенная регулярность наблюдается и в них, по крайней мере в XVI–XVII вв. «Генуэзские финансисты, создавшие эту системную связь между иберийской властью и итальянскими деньгами, управлявшие ею и наживавшиеся на ней, сами пострадали от целого ряда кризисов в 1575, 1596, 1607, 1627 и 1647 гг., причем во всех них была виновата Испания», – пишет, например, Дж. Арриги (2006: 179). Если также вспомнить об известном дефолте Филиппа II в 1557 г., в результате которого разорились знаменитые Футтеры и стал хиреть Антверпен, усилившемся банкротством французского короля Генриха II, то мы получаем кризисы с интервалом примерно в 20 лет (кроме периода между 1596 и 1607 гг.). Регулярность, правда, задавали дефолты Испании, которые имели место также в 1653 и 1680 гг. (Камерон 2001: 170). Нельзя также не упомянуть о так называемом тюльпановом кризисе 1637 г. в Амстердаме, который несколько нарушает эту периодичность.

фордов в декабре 1772 г. (которое и стало детонатором обвала). Наконец, кризис 1780–1883 гг., явно усугубленный военными событиями этого периода (в том числе военной блокадой берегов Голландии со стороны Англии), также приобрел большие масштабы в результате очередного крупного банкротства Ван Ферелинков в 1780 г. (см.: Бродель 1992)<sup>9</sup>.

До европейских масштабов кризисы могли вырастать во многом потому, что торгово-экономические связи в западной (точнее, атлантической) части Мир-Системы существенно расширились и стали более интенсивными. Неудивительно, что любые колебания конъюнктуры в одном месте оказывали влияние на другие. «Торговые и финансовые кризисы XVIII столетия, в каком бы специальном пункте они ни разразились, постоянно отзывались более или менее чувствительно и на остальных торговых центрах северной Европы», – писал, например, немецкий исследователь кризисов XIX в. М. Вирт (1877: 65). Неслучайно, с одной стороны, кризисы и в XIX в. долго назывались торгово-промышленными, так как они особенно быстро охватывали торговлю (которая всегда держалась на кредите). Но, с другой стороны, промышленными они стали далеко не сразу, в этом было существенное различие между XVIII и XIX вв. В XVIII в. кризисы были преимущественно торговыми, связанными с «расстройством кредита», то есть нарушением доверия в кредитной сфере, и как следствие со сбоями в функционировании финансовой системы. До 1825 г. промышленные кризисы (перепроизводства) хотя уже имели место в хлопчатобумажной и текстильной промышленности в конце XVIII–XIX вв. (Мендельсон 1959, т. 1), но их скорее можно считать локальными, причем нормальная длительность цикла еще не выработалась. Кризисы 1815 и 1818 гг. были ближе ко всеобщим, но все-таки правильных циклов еще не происходило.

### 1.1.2. Вопрос о так называемой нулевой K-волне

Формирование среднесрочных циклов не могло не повлиять на более длительные тренды, которые имели место и ранее (см., например: Бродель 1992). Можно предположить, что в итоге общего ускорения развития и формирования среднециклической динамики стала формироваться и длинноволновая динамика, возможно, трансформируясь из более длинных и нерегулярных ценовых трендов прошлого. Несомненно также, что и до завершения промышленной революции существовали нерегулярные колебания в инновациях и долгосрочных инвестициях (особенно в виде государственных займов, крупных торгово-промышленных предприятий и повышения плодородия земли). Обретение жюгляровскими среднесрочными циклами относительной временной регулярности в дальнейшем могло придать устойчивость по длительности и K-волнам (см. о взаимоотношении средних и длинных циклов: Гринин 2010б; Гринин, Коротаев 2012; 2014а).

Таким образом, имелся определенный подготовительный период, в течение которого формировался механизм K-волн. Вот почему нельзя отрицать правомерность выделения некоторыми исследователями так называемой *нулевой K-волны*. Такой прием полезен для того, чтобы показать, что K-волны не взялись из ниоткуда, а имели латентный период. Мы датируем начало третьего периода промышленного принципа производства очень условно 1730-ми гг. (см. *Главу 4*). Поэтому между 1730 и 1780-ми гг. (последняя дата – начало первой K-волны по Кондратьеву)

<sup>9</sup> Затем, правда, кризисы участились и стали происходить каждые три-четыре года. Так, можно упомянуть кризисы 1787–1788, 1793, 1797, 1803 гг. Но они в значительной мере носили переходный характер между торгово-финансовыми и торгово-промышленными и, главным образом, происходили уже на общем повышательном фоне A-фазы первой K-волны.

вполне укладывается полномасштабная нулевая К-волна. Но все же анализ указанного периода пока не дает нам в полной мере оснований для такой операции. Поэтому для нашего исследования, возможно, правильнее ограничиться только понижательной фазой нулевой К-волны.

Во-первых, ее начало (примерно 1760-е гг.) находится достаточно близко к общепризнанной датировке начала промышленного переворота.

Во-вторых, можно исходить из того, что именно на понижательных фазах делаются фундаментальные инновации, которые затем становятся основой для быстрого внедрения. 1760–1780-е гг. как раз были такими в исключительно высокой степени, поскольку это период образования принципиально новой системы в промышленности (внедрения в ограниченном объеме массы радикальных инноваций).

В-третьих, в этот период уже имеют место торгово-экономические среднесрочные циклы, завершающиеся циклическими кризисами.

Наконец, в-четвертых, нулевая К-волна была реально достаточно депрессивной. Общая экономическая ситуация в этот период в целом была не особенно благоприятной, в течение достаточно длительных периодов наблюдались негативные явления, такие как снижение объемов международной торговли, дефляционные процессы, местами – рост безработицы и т. п.<sup>10</sup> Именно в этот период происходит окончательный закат Амстердама и ослабление Голландии (см.: Бродель 1992: 268–269). Все это дополнялось или было следствием достаточно напряженных и драматичных политических явлений, среди которых Семилетняя война, война за независимость североамериканских колоний, война между Англией и Голландией, эпидемии чумы, катастрофические неурожай и голодные бунты.

Таким образом, в данном исследовании при сравнении промышленного принципа производства и К-волн мы будем учитывать понижательную фазу нулевой К-волны (условно 1760–1787 гг.).

## Раздел 2. ИННОВАЦИОННАЯ ЛОГИКА ЭКОНОМИЧЕСКИХ УКЛАДОВ

### 2.1. Технологические уклады

Если исходить из того, что *принцип производства – это цикл, состоящий из этапов зарождения, развития новой системы технологий и производства, достижения ее зрелости, а затем появления в этой системе новых несистемных элементов, свидетельствующих о возможности перехода к новому принципу производства, то такой цикл можно показать также как процесс формирования новых макросекторов, которые тесно связаны с длинноволновой динамикой.*

Схематически это двойное циклическое движение выглядит так. Сначала появляются новые революционные технологии (например, в хлопчатобумажной отрасли), которые создают значимый по объему сектор с новыми формами организации производства (что, в частности, соответствует третьему – завершению производственной революции – этапу промышленного принципа производства). По мере развития эти сектора образуют уже новый технологический уклад, или парадигму, «текстильного

<sup>10</sup> Вот, например, что пишет уже упомянутый нами историк: «Период 1763–1788 гг. был в коммерческом отношении одним из самых неблагоприятных, какие когда-либо переживал Гамбург. Даже Североамериканская война, которая причинила такой ущерб английской торговле преимущественно со стороны Франции, не принесла Гамбургу тех барышей, каких следовало бы ожидать. Уменьшение благосостояния особенно давало себя чувствовать в падении цен на дома и платы за наем квартир...» (Вирт 1877: 52).

производства» (это одновременно означает переход принципа производства на новый – зрелости и экспансии – этап). Далее на базе следующей очереди инноваций формируется второй технологический уклад – «железных дорог, угля и стали», благодаря чему промышленный принцип производства достигает пятого – абсолютного доминирования – этапа). Наконец в процессе внедрения очередного инновационного поколения технологий и формирования третьего технологического уклада («электричества, химии и тяжелого машиностроения») промышленный принцип производства переходит на шестой этап, который подготавливает возможности перехода к новому – научно-кибернетическому – принципу производства. Далее технологические уклады уже сменяются вместе с этапами этого принципа производства. В настоящем параграфе мы и рассмотрим этот процесс в деталях.

### 2.1.1. Концепция технологических укладов и парадигм

Как указано выше, еще Н. Д. Кондратьев высказывал мысль, что смена понижательной тенденции повышательной в длинных волнах характеризуется активным внедрением инноваций (так называемая первая эмпирическая правильность [Кондратьев 2002[1926]: 370–374]). Концептуальное развитие эта идея получила в работе Й. А. Шумпетера (Schumpeter 1939), который считал ведущей причиной длинных циклов неравномерность в концентрации технологических инноваций (по его мнению, в трудных условиях депрессий предприниматели-новаторы более активно инвестируют в разработку и внедрение прорывных инноваций, которые и становятся основой для подъема на повышательной фазе кондратьевской волны). В дальнейшем это инновационное направление трансформировалось в теории, согласно которым важнейшим объяснением природы и пульсации К-волн выступает смена *технологических укладов* и/или *техно-экономических парадигм* (см. о роли инвестиций и смене указанных укладов и парадигм в объяснении длинноволновой динамики: Mensch 1979; Kleinknecht 1981; 1987; Dickson 1983; Dosi 1984; Freeman 1987; Tylecote 1992; Глазев 1993; Маевский 1997; Modelski, Thompson 1996; Modelski 2001; 2006; Яковец 2001; Freeman, Louçã 2001; Ayres 2006; Kleinknecht, van der Panne 2006; Dator 2006; Hirooka 2006; Papenhausen 2008; см. также: Лазуренко 1992; Глазев 2009; Полтерович 2009; Перес 2011)<sup>11</sup>.

В настоящем контексте нет смысла подробно описывать нюансы (иногда достаточно существенные) различий в подходах указанных исследователей. Если их суммировать, то основная идея заключается в следующем. Каждая следующая К-волна вызывается витком базисных технологических инноваций, возникших на понижательной фазе предшествующей волны. Прорывные инновации открывают обширную нишу для расширения производства и вызывают приток инвестиций. Волна идет на подъем. В результате формируются новые сектора экономики, образующие новый технологический уклад. Последний в конечном счете перестраивает всю хозяйственную жизнь и в итоге создает новую техно-экономическую парадигму<sup>12</sup>. По-

<sup>11</sup> Уклады и парадигмы у разных исследователей могут иметь разные атрибуты (например, *техно-экономические* уклады и *технологические* парадигмы), иногда эти понятия используются как синонимы, иногда – как дополняющие друг друга термины. В настоящей работе уклады и парадигмы – тесно связанные, но не идентичные понятия (см. примечание ниже). Используются также близкие по значению термины, такие как «технологическая система» и «технологический стиль».

<sup>12</sup> Развивая идеи К. Перес (2011), можно отметить, что техно-экономическая парадигма включает в себя, помимо собственно новой техники и производственной технологии, еще и новую систему управленческих и бизнес-стратегий и технологий, причем укоренившуюся не только среди практикующих бизнесменов, но и экономистов, а также, по мере распространения, и в более широких слоях общества. Поэтому можно считать, что уклад формируется раньше и служит основой для выработки парадигмы. А когда изменения начинают затрагивать многих, экономическое сознание и стиль ведения дел в обществе коренным образом перестраиваются. Это, согласно К. Перес (Там же), и означает окончательную смену парадигмы. Иногда также

сколько инновации распространяются в течение достаточно длительного времени и для перестройки экономики также требуется время, процесс занимает от 20 до 30 лет. Нисходящая фаза связана с тем, что снижается отдача от предшествующего кластера базисных инноваций, а новые прорывные технологии и технологии широкого применения запаздывают. В результате проходит еще 20–30 лет, пока не сформируется ядро нового технологического уклада и не начнется подъем новой волны.

Выделяется шесть таких укладов<sup>13</sup> (шестой – предполагаемый для периода 2020–2060-х гг., поэтому особенно важный для нас в контексте данной книги). Хронология К-волн и их фаз приведена в Табл. П2.1. Сводная система К-волн и соответствующих им технологических укладов выглядит следующим образом:

- первая волна (1780 – конец 1840-х гг.): «текстильной промышленности»;
- вторая волна (конец 1840–1890-е гг.): «железных дорог, угля и стали»;
- третья волна (1890 – конец 1940-х гг.): «электричества, химии и тяжелого машиностроения»;
- четвертая волна (конец 1940-х – начало 1980-х гг.): «автомобиля, искусственных материалов, электроники»;
- пятая волна (начало 1980-х – ~2020 г.): «микроэлектроники, персональных компьютеров, биотехнологий»<sup>14</sup>;
- шестая волна (прогнозируемая: 2020–2060/70 гг.), по некоторым предположениям, будет связана прежде всего с нано- и биотехнологиями, а также альтернативной энергетикой, новыми информационными технологиями (см., например: Lynch 2004; Dator 2006). Однако этот уклад, по нашему мнению, будет существенно шире и особенно связан с медико-биологическими инновациями (см. ниже).

### 2.1.2. Недостатки концепции технологических укладов. Теории лидирующего сектора и макросекторов

Необходимо согласиться, что крупные, системные инновации, затрагивающие отрасль за отраслью, и в целом смена технологических укладов являются важнейшей причиной, задающей ритм развития и смены К-волн<sup>15</sup>. Недостатки данной теории заключаются в следующем:

---

говорят о *технологиях широкого применения* (Bresnahan, Trajtenberg 1995; Helpman 1998; подробный анализ этой теории см.: Полтерович 2009). Содержание этого понятия близко к технологическому укладу, но по смыслу все же первое понятие уже второго, так как в одном укладе может быть несколько технологий широкого применения.

<sup>13</sup> См., например: Schumpeter 1939; Freeman 1987; Румянцева 2003: 12–14; Глазьев 1993: 95–111; Иванова 2003: 210; Papenhausen 2008: 789; Акаев и др. 2012; Акаев 2012. Правда, как и в любых классификациях, здесь в главных характеристиках тех или иных укладов имеются довольно многочисленные расхождения, например, такие пограничные области инноваций, как автомобиль, одни исследователи «приписывают» к третьей волне, другие – к четвертой и т. п. К-волнам (см. также примечание ниже).

<sup>14</sup> В качестве варианта также используют, например, такие обозначения: для третьей К-волны – «эпоха стали, электричества и тяжелого машиностроения»; четвертой – «эпоха нефти, автомобилей и массового производства»; пятой – «эпоха информации и телекоммуникаций» (Papenhausen 2008: 789). Это неудивительно, так как жизненный цикл новой технологической парадигмы не укладывается в рамки одного этапа принципа производства (например, тяжелое машиностроение развивалось с 1830-х гг., сопровождая весь промышленный принцип производства). Вопрос, следовательно, в том, на каком этапе этот сектор является инновационно ведущим. См. об этом еще дальше.

<sup>15</sup> Однако это объясняет только сам факт колебаний, а не устойчивую временную регулярность повышательных и понижительных фаз (20–30 лет). Последняя должна была бы измениться вместе с ускорением научно-технического прогресса. Но этого не происходит. Временная регулярность объясняется другими обстоятельствами, а именно связью кондратьевских длинных и жюглярских среднесрочных циклов, поскольку три имеющих сходные характеристики среднесрочных цикла (их общая длительность составляет от 20 до 30 лет) и образуют либо повышательную, либо понижительную фазу волны (см. подробнее: Гринин 2010б; Гринин, Коротаев, Цирель 2011; Гринин, Коротаев 2012; 2014а).

а) берутся в расчет только производственные технологии, в результате не учитывается изменение общей макроструктуры производства, в частности его макросектора и их соотношения (см. ниже);

б) слабо учитывается, что новый уклад не просто замещает старый, но изначально и в целом имеет также аддитивный характер, то есть к старым отраслям добавляются новые. Это существенно усложняет структуру производства, что в свою очередь модифицирует протекание как среднесрочных, так и длинных экономических циклов;

в) недостаточно учитывается многоукладность экономики как отдельных стран, так и (особенно) Мир-Системы, где волны технологий идут из центра сначала в ближайшие к нему общества, затем на полупериферию, далее на периферию, в хинтерланд и т. д.

Рассмотрим данные обстоятельства. Но предварительно отметим, что эти неучтенные аспекты учитываются в теории принципов производства, согласно которой новая система производства сначала добавляется к старой, усложняет ее и только потом начинает вытеснять, но при этом, расширяясь, использует периферию как поставщика продукции, недостаточно производимой в центрах нового принципа производства. Это особенно заметно на этапах, следующих за завершающей фазой производственной революции. Первое расширение включает периферию именно за счет ее подчиненного положения. Кроме того, замена одного принципа производства другим (либо технологий его ранних этапов более поздними) обязательно ведет к смене типа занятий и коренным демографическим изменениям.

*Изменение в макроструктуре.* Каждый новый технологический уклад не просто ведет к появлению новых технологий (и соответствующих отраслей), которые начинают на определенном этапе вытеснять старые. Почти не принимается в расчет, что *каждая волна и каждый уклад фактически либо создают новый макросектор, либо трансформируют старый в такой, который приобретает принципиально новое значение.* Так, период 1950–1970-х гг. связывается с автомобилем, искусственными материалами и пр. **Но ведь это период, когда быстрее всего рос сектор услуг**, в котором в США, например, к 1980 г. трудилось уже около двух третей населения, в том числе женщин – почти три четверти (World Bank 2012c)<sup>16</sup>. Именно на основании этих сдвигов сформировалась теория *постиндустриального общества* (Bell 1973; Белл 1999). Или возьмем 1990–2000-е гг., которые связываются с компьютерными технологиями. Однако в этот период в целом **быстрее всего рос сектор сложных (куда относится отнюдь не только программирование) и финансовых услуг.**

На первый взгляд кажется, что исправить положение могла бы теория лидирующего сектора. Этой проблемой в разных аспектах занимались С. Кузнец, У. Ростоу, Дж. ван Дейн, Я. ван Гольдерен, Дж. Модельски, У. Томпсон, Й. Ренстич и другие (Kuznets 1926; 1930; Rostow 1975; Duijn 1983; Modelski 1987; Modelski, Thompson 1996; Thompson 1990; 2000; Rasler, Thompson 1994, см. также: Модельски, Томпсон 1992; Rennstich 2002). Понятие «лидирующий сектор» трактуется ими (иногда одним и тем же автором) по-разному в разных контекстах и аспектах, не всегда четко. В целом лидирующий сектор предстает как передовая инновационная отрасль экономики, фак-

<sup>16</sup> Вычленив сектор услуг, тем более в историческом плане, весьма сложно, так как имеется много расхождений по поводу того, куда отнести тот или иной вид деятельности (см. подробнее: Hartwell 1976).

тически составляющая костяк того, что также называют технологическим укладом<sup>17</sup>. Мы же в рамках этой работы используем термин «сектор» в понимании, приближенном к тому, как это делалось в теории трех секторов К. Кларка и А. Фишера (Clark 1957; Fisher 1939), индустриальной и постиндустриальной теории Ж. Фурастье, Р. Арона, Д. Белла (Fourastie 1958; Aron 1967; Bell 1973; Белл 1999): первичный сектор – сельское и лесное хозяйство, вторичный – промышленность, третичный – сектор услуг, четвертичный (введен позже) обозначает предприятия, оказывающие информационные, коммуникационные, образовательные и некоторые другие квалифицированные услуги. Уже существует термин «пятеричный сектор» (*quinary sector*), к которому относят предприятия, оказывающие услуги в области здравоохранения, культуры и научных исследований. Как мы увидим ниже (Табл. П2.2 и П2.3), четвертичный и пятеричный сектора коррелируют с пятой и шестой К-волнами.

### 2.1.3. Совмещение теории макросекторов и теории К-волн

Но все же такое – секторное – деление не во всем отражает логику формирования укладов. В частности, ведутся споры, куда отнести добывающую промышленность – к первичному или вторичному сектору? Чтобы ответить на этот вопрос, стоит посмотреть на данный процесс с исторической точки зрения (так же, как мы рассматриваем и К-волны), не ограничиваясь современным синхронным срезом.

В целом историческая логика складывания макросекторов выглядела таким образом: XVI–XVIII вв. сформировался новый промышленный сектор, который уже радикально отличался от ремесленного уклада. Однако он еще базировался на ручном труде, хотя на подсобных и второстепенных направлениях применялась механизация. Первичный (сельскохозяйственный) сектор в целом продолжал господствовать, но вторичный в основном рос более высокими темпами. Тем не менее возможности для его роста были ограниченными.

Уже с начала завершающей фазы промышленной революции этот вторичный сектор начал решительно трансформироваться: с каждой К-волной одновременно происходил переход с ручного на машинный труд в целом ряде отраслей и формировался крупный макросектор, пока промышленный принцип производства не реализовал себя полностью системно и пространственно. Сначала появляется промышленный фабричный сектор (в основном легкой промышленности), затем особенно быстро развиваются отрасли первого цикла переработки (выплавка стали и чугуна, прокат) и транспорта, а далее уже отрасли второго цикла переработки (обрабатывающей промышленности, включая химическую и тяжелого машиностроения). Соответственно, с каждым таким приращением увеличивается численность рабочих. Эта логика в главном была похожа как в Англии, так и в других индустриализирующихся странах, но с поправками на то, что в них модернизация была ускоренной<sup>18</sup>.

**Ведущим макросектором мы будем считать крупный блок целого ряда наиболее быстро растущих отраслей экономики, которые дают высокую прибыль, что вызывает привлечение в них капитала. Данный блок имеет в тенденции способность аккумулировать в себе очень большую часть трудовых ресурсов.**

С точки зрения исторического подхода, которого мы сейчас придерживаемся, имеется необходимость несколько модифицировать макросекторное деление.

<sup>17</sup> См. анализ идей о лидирующем секторе (Фомина 2005: 17–19, 28, 34 и др.; Румянцев 2009; Сарыгулов и др. 2011, см. также: Акаев и др. 2012; Гуриева 2005).

<sup>18</sup> В данном случае мы абстрагируемся от всегда имеющихся сосуществования и параллельного развития секторов, акцентируя внимание на том, что лидирующий сектор наиболее быстро развивается и приносит такую высокую прибыль, что в него устремляется все больше капитала.



А именно разбить сектор промышленности на три (как они исторически и складывались): 1) фабричной (легкой) промышленности; 2) тяжелой промышленности первого цикла: добывающей и первичной переработки (связанной с выплавкой металлов и др.) и транспорта; 3) тяжелой промышленности второго цикла: обрабатывающей и тяжелого машиностроения. Плюс такого подхода заключается уже в том, что получается схема, хорошо отражающая логику К-волн, когда каждой волне соответствует свой макросектор:

*первичный сектор* – сельское и лесное хозяйство<sup>19</sup>;

*вторичный сектор* – легкая промышленность;

*третичный сектор* – добывающая и тяжелая промышленность первого цикла переработки;

*четвертичный сектор* – тяжелая промышленность второго цикла переработки (включая тяжелое машиностроение).

С формированием научно-кибернетического принципа производства идет поэтапная достройка сектора услуг и рост числа работающих в нем, которая к настоящему времени достигла в США почти 80 % (World Bank 2012c)<sup>20</sup>. Отсюда возникли:

*пятичный сектор* – сектор общих услуг<sup>21</sup>;

*шестичный сектор* – сектор сложных (высококвалифицированных) услуг;

*семеричный сектор* – сектор услуг самоуправляемых систем (см. ниже).

**Схема смены ведущего сектора** выглядит таким образом:

первая К-волна: *сектор фабричной (легкой) промышленности*;

вторая К-волна: *сектор добывающей и первичной (первого цикла переработки) тяжелой промышленности и транспорта* (добыча угля и руд, выплавка чугуна, железа, обслуживание железных дорог и т. д.);

третья К-волна: *сектор тяжелой промышленности* второго цикла переработки (в том числе химической, электро- и т. п.) и *машиностроения* (включая тяжелое, транспортное, электро-, автомобилестроение)<sup>22</sup>;

четвертая К-волна: сектор услуг (с преобладанием услуг не столь высокой квалификации);

пятая К-волна: сектор высококвалифицированных услуг (финансовых, информационных, научных, образовательных, медицинских; эти услуги стали выделяться из единого сектора услуг четвертой К-волны).

Однако учтем, что каждый новый макросектор ведет к созданию новых этажей экономики, в рамках структуры которой происходит не простая смена одного укла-

<sup>19</sup> Этот сектор был доминирующим, а значит, и лидирующим до начала промышленного переворота.

<sup>20</sup> Таким образом, в процессе разворачивания индустриального, а затем научно-кибернетического принципов производства происходит сначала формирование нового макросектора, а затем, по мере развития принципа производства, этот сектор разрастается, пока из него не выделятся новые сектора. Только надо учитывать, что научно-кибернетический принцип производства сейчас находится на втором своем этапе, то есть еще в начале пути, тогда как промышленный принцип производства в 1830–1890-е гг. находился уже на четвертом этапе (зрелости). В таком аспекте типологически современный сектор услуг напоминает вторичный (промышленный) сектор до промышленного переворота (о котором сказано выше). После завершения кибернетической революции он, по-видимому, должен трансформироваться так же радикально, как трансформировался рабочий класс в XIX в. по сравнению с XVIII в. Мы, собственно, уже говорили об этом в *Главе II*, упоминая профессии, которые могут исчезнуть или трансформироваться (от водителей до учителей).

<sup>21</sup> Сектор услуг появился очень давно, начиная с возникновения институционализированного неравенства и стратифицированного (классового) общества. Но в индустриальный период в этом секторе произошли огромные перемены, которые привели в послевоенный период к решающим изменениям в структуре занятости (см. подробнее об этом процессе: Hartwell 1976).

<sup>22</sup> В таком аспекте нет противоречия в том, что автомобиль попадает то в третью, то в четвертую волну.

да другим, а сложная ее перестройка, перераспределение потока капиталов и ресурсов, включая трудовые. В итоге все макросектора остаются в структуре, однако одни из них могут процветать и динамично развиваться, а другие – стагнировать. Таким образом, процесс формирования, развития и смены макросекторов позволяет уточнить логику развития принципа производства. Новые макросектора в значительной мере возникают и развиваются как дополнительные, призванные обслуживать лидирующий сектор. Общепринято считать, что технологический уклад «железных дорог, угля и стали» относится ко второй К-волне. Однако активное формирование этого уклада, включая железные дороги, началось в Англии (да и в ряде стран Европы) на В-фазе первой волны, поскольку без резкого увеличения перевозок и топлива обеспечить рост было невозможно. Машиностроение развивалось по мере перехода к индустриальным (то есть машинным) технологиям определенных – наиболее перспективных, быстро растущих и прибыльных – отраслей производства, при этом не затрагивая многие другие отрасли. Тяжелая промышленность первого цикла переработки (добыча угля и руд, выплавка чугуна, стали и цветных металлов) росла в связи с необходимостью обеспечить материалами быстро растущую промышленность и связанные с ней города, соответственно потребности строительства и транспорта (а также, конечно, и военные нужды). Очень важно, что в рамках макросектора отрасли взаимно обеспечивали друг друга: добыча угля требовалась для металлургии, а металл – для работы в шахтах. Но по мере роста выяснялось, что, во-первых, с созданием технологии получения более дешевых (качественных) материалов открывались новые возможности их экспорта, а во-вторых, обнаруживались новые громадные ниши применения. Вектор развития вел к тому, что прежде в значительной мере подсобный сектор становился ведущим макросектором, который формировал под себя и будущий ведущий макросектор, пока еще существующий как подсобный. Заметим, что пятый сектор сложных услуг будет очень активно развиваться в ближайшие два десятилетия не столько в центре Мир-Системы, сколько на ее периферии. Недаром аналитики прогнозируют бурный рост среднего класса в развивающихся странах и в целом в мире до 2 млрд человек к 2030 г. (NIC 2012).

**Табл. П2.2.** К-волны, технологические уклады и ведущие сектора

Волна	Дата	Новый уклад	Ведущий сектор	Принцип производства и номер его этапа
1	2	3	4	5
Первая	1780–1840-е гг.	Текстильной промышленности	Фабричной (легкой) промышленности	Промышленный, 3
Вторая	1840–1890-е гг.	Железных дорог, угля и стали	Сектор добывающей и первичной тяжелой промышленности и транспорта	Промышленный, 4
Третья	1890–1940-е гг.	Электричества, химии и тяжелого машиностроения	Сектор вторичной тяжелой промышленности и машиностроения	Промышленный, 5/6

Окончание Табл. П2.2

1	2	3	4	5
Четвертая	1940-е – начало 1980-х гг.	Автомобиля, искусственных материалов, электроники	Сектор общих услуг	Промышленный, 6; научно-кибернетический, 1
Пятая	1980-е – ~2020 гг.	Микроэлектроники, персональных компьютеров	Сектор высококвалифицированных услуг	Научно-кибернетический, 1/2

#### 2.1.4. Лидирующий сектор, смена принципов производства и шестая К-волна

Важно обратить внимание, что если в трех первых К-волнах технологические уклады и ведущие вектора в существенной мере коррелируют в названиях, то в отношении двух последних К-волн ситуация иная: новые уклады ведут к созданию секторов, существенно отличных от типично промышленных. Это абсолютно не случайно, а маркирует переход от промышленного принципа производства к научно-кибернетическому. Вот почему в объяснении существенных изменений в векторе ведущих секторов, начиная с послевоенного времени, есть необходимость обращения к теории принципа производства. Последняя подчеркивает смену занятий как часть тотальных изменений, происходящих в двух случаях: 1) в результате начальной фазы производственной революции, когда возникает принципиально иной (и гораздо более производительный) тип экономических занятий, экономическая ниша которого огромна; 2) когда этот тип экономических занятий приобретает зрелые черты в результате завершения производственной революции. С учетом того, что в период шестой волны может начаться завершающая фаза кибернетической революции, можно предположить, что ядром нового ведущего сектора станут услуги самоуправляемых систем (центральным звеном которых, в соответствии с тем, мы говорили в *Главах 7–8* и др. – станут медико-биологические гуманитарные услуги)<sup>23</sup>. Этот сектор станет особенно важным уже на понижательной фазе шестой К-волны (2060–2070-е гг.) и будет развиваться и за пределами этой волны.

**Табл. П2.3.** Шестая К-волна: предполагаемый технологический уклад и ведущий сектор

Волна	Дата	Новый уклад	Ведущий сектор	Принцип производства и номер его этапа
Шестая	2020/30-е–2050/60–70-е гг.	МАНБРИК (медицинские, аддитивные, нано-, био-, робото-, информационные, и когнитивные технологии управления различными процессами)	Медико-гуманитарных услуг	Научно-кибернетический, 2/3

<sup>23</sup> Гуманитарных в широком смысле, то есть направленных не только на интеллектуальные услуги, но и на поддержание физического и ментального существования людей путем организации различных условий, влияния на социальные и рекреационные системы, а также и за счет роста возможностей управления прежде малоуправляемыми физиологическими процессами, которые также относятся и к медицинским услугам (например, связанным со старением населения, с адаптацией инвалидов путем создания искусственных органов или рецепторов, созданием новых когнитивных систем, систем контроля над здоровьем и т. п.). Но эти услуги будут оказываться в рамках всего комплекса МАНБРИК-технологий.

В процессе развития революции «самоуправляемых систем», как сказано выше, должен состояться переход к разнообразным технологиям, которые будут направлены на создание всевозможных (по размерам и сложности) самоуправляемых, саморегулирующихся и самонастраивающихся систем. Соответственно с их помощью будут контролироваться и регулироваться всевозможные производственные, бытовые, медицинские, природно-биологические процессы и различные потребности людей, в том числе производителей и потребителей. Здесь может появиться целый кластер технологий широкого применения (ТШП). В частности, могут стать очень востребованными технологии, с помощью которых будут осуществляться индивидуально-производственные услуги (и услуги на заказ). Эти технологии будут способны обеспечить выполнение самых разнообразных индивидуальных фантазий и проектов (в некотором роде прообраз таких технологий можно увидеть в так называемых 3D-принтерах). Также будут создаваться по заказу различные индивидуальные программы, способные обеспечить наиболее оптимальный режим (физиологический, регулирования нагрузки и т. п.) с учетом индивидуальных особенностей клиента, локальной территории и т. п.

Особо стоит подчеркнуть, что оказание медико-биологических гуманитарных услуг все активнее будет осуществляться самоуправляемыми системами, включая роботов. Причем уже в процессе завершения пятой К-волны в 2020-е гг. и роста сектора сложных услуг может начаться заметный процесс замены простых и менее сложных услуг с помощью новых технологий, связанных с «умными» технологиями.

К концу XXI в., вероятно, можно будет вести речь и о технологиях создания индивидуальных генетических программ.

Итак, *направленность ведущих секторов экономики будет все сильнее отходить от промышленности и направляться в сферы, которые ранее либо не являлись экономическими вообще, либо занимали очень ограниченное место в экономике.* Именно это в конечном счете приведет к исчезновению К-волн как одной из форм разворачивания технологий.

### **2.1.5. Об особенностях смены ведущего сектора и экономической парадигмы**

Итак, в течение трех первых К-волн в соответствии с логикой развития промышленного принципа производства переход шел от аграрного и мануфактурно-ремесленного макросекторов к промышленному макросектору, который последовательно расширялся. Сначала возникает сектор собственно фабричной (легкой промышленности), затем – сектор добывающей и первичной тяжелой промышленности (плюс новый транспортный подсектор), затем вторичной тяжелой промышленности, включая машиностроение. Эта логика выразилась в так называемой «третьей правильности» Кондратьева (2002[1926]: 376–379), согласно которой понижательные фазы (первых трех) К-волн сопровождаются длительной депрессией сельского хозяйства<sup>24</sup>. Депрессия выражалась в достаточно сильном падении цен на сельхозпродукцию. Почему именно на понижательных В-фазах? Н. Д. Кондратьев объясняет это тем, что сельское хозяйство менее эластично к падению цен и сложнее переустраивается (Кондратьев 1928), кроме того, понятно, что в условиях промышленного подъема потребность в продуктах сельского хозяйства (питании и сырье) растет, соответственно растут и цены, при депрессии потребность в них снижается (так как

<sup>24</sup> С. Кузнец в своих работах (Kuznets 1926; 1930) также уделяет существенное внимание вопросу о соотношениях развития этих двух секторов: сельского хозяйства и промышленности. В эпоху, когда цены на сельскохозяйственные продукты значительно снизились, эти проблемы волновали многих.

именно город и определяет объем рынка). При этом за счет неэластичности сельскохозяйственного предложения уровень падения может быть даже больше, чем в промышленности. Ведь сокращение площадей и производства происходит сложнее, чем в промышленности, плюс многие товаропроизводители являются собственниками или арендаторами и не могут сократить объем рабочей силы, как в случае с наемными рабочими на фабриках. Интересно, что сельское хозяйство этого периода менее подвержено колебаниям среднесрочных жюгляровских циклов (что подтверждает сугубо индустриальный характер последних), а более – длительным депрессивным («выдавливающим» мелкое производство) периодам, укладывающимся в размер понижательных фаз К-волн (20–30 лет). Еще отметим в последние десятилетия XIX в. очень быстрый рост за счет развития транспорта мирового сельскохозяйственного (особенно зернового) рынка, который усиливал дефляционную тенденцию.

В-фазы К-волн – это периоды более активного распространения центра на периферию, более активного вовлечения периферии в экономические связи центра. Подключение ресурсов периферии (а они были в первую очередь сельскохозяйственными) могло увеличивать предложение и соответственно усиливало дефляционную тенденцию. Так, например, серьезное снижение цен на шерсть, особенно после 1825 г. (см.: Кондратьев 2002[1926]: 377, табл. 2), в значительной мере объясняется огромным ростом импорта шерсти из Австралии в Англию, который с 1829 г. по 1848 г. увеличился с 1,8 млн фунтов до почти 30 млн фунтов и превысил прежде лидировавший импорт шерсти из Германии в два раза (Малаховский 1971: 46).

Отметим еще несколько важных положений, связанных со сменами парадигм.

Первое. Надо иметь в виду, что ведущий сектор следующей волны формируется в недрах текущей, а ведущей сектор предшествующей волны по объему произведенного в рамках текущей волны может занимать доминирующее положение. Таким образом, имеется одновременно несколько поколений инноваций. Например, во время четвертой К-волны (1939–1984) активно развивались:

- автомобилестроение и электроприборостроение, включая и бытовую технику, которые достигли расцвета уже во время третьей волны;
- химия искусственных материалов, автоматизация, некомпьютерная электроника (лидирующие сектора четвертой волны);
- компьютерные технологии (ставшие основными в будущей пятой волне);
- технология третьей волны (тяжелое машиностроение) и даже второй (добыча полезных ископаемых, выплавка металлов и т. п.).

Второе. Надо отчетливо понимать, что нет единого ритма в процессе смены одной волны инноваций (технологического уклада) другой. Иногда новая волна инноваций накатывает, когда старая еще не схлынула, и это создает более высокий подъем повышательной фазы кондратьевского цикла (этим объясняются очень высокие темпы роста ВВП в 1950–1960-е гг.), а иногда, напротив, новая волна задерживается, а старая уже исчерпывает себя, тогда подъем повышательной фазы кондратьевского цикла слабее (этим объясняется более слабый подъем, особенно в центре Мир-Системы, в 2000-е гг.). Таким образом, каждая смена имеет важные индивидуальные особенности, которые в существенной мере определяются ритмом производственных революций и тем, на какой этап принципа производства приходится данная волна или фаза (эти моменты проанализированы ниже).

Третье. Необходимо указать важные особенности модели смены парадигм, которые остались, по сути, незамеченными<sup>25</sup>. Фактически речь должна идти о разных типах «поведения» парадигмы на начальной и зрелой ее стадиях. Точнее говоря, пока формируется и развивается новый уклад, результат для старой парадигмы будет не фатальным, а скорее позитивным. Но когда уклад перерастает в парадигму, ее «поведение» в отношении предшественницы становится агрессивным и нетерпимым. Это, кстати, надо иметь в виду при учете развития шестого технологического уклада, который начнет формироваться на базе технологий, связанных с самоуправляемыми системами (прежде всего, как уже было сказано, в области медико-биологических гуманитарных услуг). На первых порах, это, видимо, не будет иметь серьезных противников, но при развитии уклада может вызывать очень серьезное сопротивление. Это легко представить в отношении электромобилей и самоуправляемых автомобилей. Пока они занимают подсобное положение, небольшую нишу, они служат своего рода рекламой автомобильным и иным концернам, отвлекают внимание от проблем обычных автомобилей, открывают новую нишу для инвестиций. Но представьте широкое внедрение самоуправляемых автомобилей и замену ими не только таксистов, но и водителей грузовиков, фактическое обесценивание стоимости огромного парка автомобилей, а также оттеснение на обочину старых автогигантов. Наверняка это вызовет массовый протест и рост реальных и мнимых «страшилок», раскол в обществе и многое другое.

Рассмотрим сказанное о разном поведении нового уклада на разных этапах подробнее. В первой половине пути формирование и укрепление нового уклада ведет не столько к замене старой парадигмы, сколько к ее усилению путем расширения и включения тех областей, которые нуждаются в развитии. Поэтому к инновациям относятся достаточно лояльно. Это объясняется также тем, что новые технологии возникают не просто «из воздуха», а как потребность в определенных услугах и товарах (либо старых мощностей уже не хватает и они не справляются, либо они слишком дорогостоящие и т. п.). Таким образом, в начальный период новые технологии в меньшей степени заменяют, а в большей – добавляют. Достаточно длительное время новые технологии представляют угрозу только относительно небольшой части экономики. При этом возникает своеобразный симбиоз старых и новых технологий. Так, возникшие прядельные хлопчатобумажные фабрики пару десятилетий уживались с многочисленными ремесленными операциями<sup>26</sup>. А численность ручных ткачей за первый период промышленного переворота даже очень сильно выросла, при этом их экономическое положение было вполне удовлетворительным (см., например: Мендельсон 1959; Туган-Барановский 2008[1913]). Еще в 1831 г. (то есть спустя много лет после изобретения механического станка Уильяма Хоррокса) в Англии ручные ткачи составляли более 80 %, а фабричные – менее 20 % (Цейтлин 1940). К. Перес приводит очень показательный пример такого временного расширения старого сектора за счет роста нового, при этом принимая данную ситуацию за

<sup>25</sup> Даже у К. Перес (2011), которая в своей монографии уделила большое внимание анализу процесса смены парадигм, совершенно недостаточно учтено, что новая парадигма по-разному ведет себя в разные периоды своей экспансии, что приводит к различным последствиям.

<sup>26</sup> Напомним о том, что мы говорили в *Главе 4*. Знаменитая прялка «Дженни» (Джеймса Харгривса), с изобретением которой в конце 1760-х гг. обычно связывают начало промышленного переворота, вовсе не разрушила домашнюю систему прядения. Напротив, из-за отсутствия механического двигателя она получила распространение преимущественно в мелком ремесленном производстве, таким образом, на первых порах даже усилил его. В 1788 г. в Англии насчитывалось около 20 000 «Дженни», рассеянных по мелким прядельным мастерским и домам деревенских прядельщиков (см.: Цейтлин 1940).

необъяснимую «странность», а не закономерность. Она пишет: «Как ни странно, поголовье лошадей возросло в течение последующих 50 лет (после начала строительства железных дорог. — *Авт.*) из-за увеличения потребности в транспорте от железных дорог и кораблей к домам» (Перес 2011: 66, сн. 1). Но, повторим, здесь нет ничего странного. Напротив, именно так развивается ситуация во многих случаях. С внедрением нефти очень долгое время росла добыча угля. С появлением пластика увеличивалась выплавка металла. Сегодня с увеличением количества компьютеров выработка бумаги еще растет, но придет пора, и она сократится вместе с сокращением выпуска бумажных книг, газет и изделий<sup>27</sup>.

Новый уклад, превратившись на пике развития в новую техно-экономическую парадигму, начинает проявлять себя гораздо агрессивнее. Возможности для роста — добавления к старой парадигме уже исчерпались, поэтому начинается вытеснение старых технологий. Аддитивные характеристики все заметнее уступают место замещающим. Так, к середине 1840-х гг. на 150 000 машинных ткачей приходится уже всего 60 000 ручных ткачей, а 15 лет спустя ручное ткачество в Англии почти совершенно исчезает (Цейтлин 1940). Но полная смена парадигм может быть достигнута только путем перестройки общества. Перестройка происходит в первую очередь за счет того, что старые отрасли, не уходя физически вместе со старой парадигмой, начинают хиреть. Прибыльность их уменьшается, в результате капитал переходит в отрасли новой парадигмы. Вслед за этим порой постепенно и незаметно, а порой резко и революционно меняются взгляды, институты, предпочтения и т. п.

Смена технологических укладов и технико-экономических парадигм — процесс длительный, который идет и на повышательных, и на понижательных фазах, однако характер этой смены несколько отличается из-за характеристик самих фаз и составляющих их среднесрочных циклов<sup>28</sup>. На повышательных фазах в связи с общим подъемом и инфляционной тенденцией, образно говоря, пространства больше, поэтому старым секторам легче удержаться в таком общем повышательном движении. Более высокий спрос делает рентабельной даже продукцию, созданную старым способом. Таким образом, *на повышательных А-фазах К-волн эффект смены укладов и секторов более аддитивный и менее замещающий, чем на понижательных*. Дефляционная тенденция, существенно уменьшая норму прибыли, действует более сурово в отношении устаревших технологий. Поэтому на понижательных В-фазах эффект смены укладов, секторов и парадигм обычно проявляется более заметно и более жестко. Падение спроса, снижение цен и нормы прибыли с учетом того, что многие издержки невозможно сократить, даже в условиях депрессии вынуждают предпринимателей искать выход в большей рационализации производства и повышении производительности. Важнейшим средством для этого является смена оборудования и в целом технологий. *Поэтому на понижательных В-фазах К-волн эф-*

<sup>27</sup> Последний тоже, кстати, долго рос вместе с увеличением объема электронной информации, при этом уже пару десятилетий газеты представлены в двух форматах. Только в последние годы стал ощущаться кризис в отрасли книгоиздания.

<sup>28</sup> Важно также учитывать средневолновую экономическую динамику. Циклические кризисы проявляются в ней наиболее заметно. Поэтому смена технологий в том или ином объеме в связи с колебаниями периодов подъемов и спадов неизбежно происходит в каждом жюгларовском цикле. Процесс потери стоимости производственного капитала (основных средств производства) из-за морального устаревания и вынужденное обновление производственного капитала из-за падения нормы прибыли были подробно рассмотрены еще К. Марксом. Однако поскольку на А-фазах кризисные периоды не столь затяжные, как на В-фазах, процесс замены технологий на последних при прочих равных условиях (которые включают в себя и общий темп научно-технического прогресса, и особенности этапа принципа производства, и тип модернизации, и другие обстоятельства) более активный и более вынужденный, а оттого более жесткий.

*факт смены укладов и секторов более заместительный и менее аддитивный, чем на повышательных А-фазах<sup>29</sup>.*

### **2.1.6. Смена технологических укладов как рост многоукладности**

В экономике почти любой страны одновременно сосуществуют все сектора, начиная с сельского хозяйства (но уровень технологического развития секторов зависит от общего уровня экономики: чем он выше, тем ровнее технологический уровень секторов). Многоукладность в экономике каждой страны (то есть сосуществование трех-четырех парадигм в одной экономике) не нашла достаточного учета в анализе развития К-волн.

Но если в отдельно взятом народном хозяйстве уже не относящийся к лидирующему сектор относительно редко становится лидером экономики<sup>30</sup>, то в рамках международного разделения труда ситуация существенно иная. Дело в том, что старые сектора, которые прежде были технологическими лидерами, уходя со своего места в центральных частях Мир-Системы, переходят в другие ее части, и не с приставкой «экс», а именно как лидирующие<sup>31</sup>. Это происходит, во-первых, с помощью развития в прежде недостаточно развитых странах собственного производства этих экс-лидирующих секторов с использованием заимствованных (импортированных) технологий, а во-вторых, посредством фактического перемещения старых секторов в менее развитые страны. Наглядным примером служит проходивший в последние два десятилетия процесс деиндустриализации Запада (о ней шла речь в *Главе 11*).

Таким образом, структура международного разделения труда (которая является важнейшей осью Мир-Системы в целом) в известной мере отражает историческую эстафету лидирующих секторов и обеспечивает возможность для роста нового уклада в центре Мир-Системы. Последний момент недоучитывается. Новая волна технологий нуждается не только в наличии кластера инноваций, но и в том, чтобы «освободить» место в странах-лидерах для переориентации рабочей силы. Ведь если капиталы и рабочая сила переориентируются, то, во-первых, старые *базисные* товары кто-то должен производить в достаточном количестве, во-вторых, у экономики, где формируется новый лидирующий сектор, должны быть в определенной мере «развязаны руки», то есть она должна освободиться от менее инновационных товаров. Иначе дефицит базисных товаров не даст сосредоточиться на инновационных. Ведь последние при всей их важности все дальше уходят от основных нужд людей (одно дело продовольствие, одежда, даже металлы, другое – Интернет и особые услуги). Это «освобождение» и происходит за счет импорта товаров, которые становятся невыгодно у себя производить. Не все здесь бывает логично, такая трансформация происходит весьма тяжело, но в итоге этот процесс обеспечивает рост экономики в Мир-Системе и возможность инновационного рывка в разных ее местах. Собственно, это способ вовлечения все новых экономик в зону действия нового принципа производства. Даже если многие общества в целом еще до него не

<sup>29</sup> Более слабые проявления дефляции в связи с полным отказом от золотого стандарта в последние 40 лет, однако, не отменили проблемы снижения спроса и прибыли. Но в последние три-четыре года дефляция вернулась, а с ней и все проблемы, присущие периоду падения цен.

<sup>30</sup> Так бывает, например, если страна специализируется на сельском хозяйстве, как происходило с Новой Зеландией, или на добывающей промышленности, как в нефтедобывающих странах.

<sup>31</sup> Это верно даже в отношении сельского хозяйства, как, к примеру, оно развивалось в последние десятилетия XIX в. и первые десятилетия XX в. на колонизируемых территориях Запада: США, Канады, Австралии, Новой Зеландии, а в известной мере также Аргентины, России и Индии. Иными словами, первичный сектор стал развиваться в местах, где он уже был, но трансформировался из нетоварного в товарный, либо там, где раньше был «нулевой» сектор (имеются в виду охота, собирательство), либо вовсе на незаселенных территориях.



доросли (как сегодня до уровня научно-кибернетического принципа производства по-настоящему недотягивает большинство стран мира), то своей верхушкой они в него уже втянулись (хотя бы в крупнейших городах уже есть анклавы передовой технологии). А главное, они становятся частью международной системы разделения труда, которая формируется под влиянием нового принципа производства.

Следовательно, для адаптации новой волны инноваций должно быть обеспечено перемещение технологий и капитала в менее развитые части Мир-Системы, с тем чтобы компенсировать выбывшие из производства в центральных частях объемы и номенклатуру товаров. Отметим, что такая реструктуризация в виде интенсивно растущих групп экономик наблюдается не только на восходящих фазах К-волн. Но мы видим также, что и на нисходящих фазах К-волн всегда находятся экономики или их группы, которые растут быстрее центра. Это может объясняться усилением экспорта технологий и капитала в такие периоды. Такие экономики либо представляют периферию Мир-Системы, которая перестраивается в ее полупериферию, либо соперничающие с центром общества и регионы<sup>32</sup>. Как мы уже говорили, именно на понижательные фазы К-волн приходится особенно активная экспансия центра на периферию (см. также: Коротаев, Гринин 2012). На понижательных фазах К-волн также могут формироваться новые экономические стратегии, которые дают возможность обеспечить определенный рывок для отстающих стран. Одной из таких стратегий можно считать модель развития с помощью государственного планирования, которую внедряли разные страны, начиная с Германии времен Бисмарка и Японии после эпохи реставрации Мэйдзи до СССР; другой – восточноазиатскую модель, созданную первоначально в Японии на А-фазе четвертой волны (1950–1970), но реально модифицированную именно в понижательную фазу этой волны с конца 1960-х гг. в Южной Корее, на Тайване, в Сингапуре и Гонконге. Теперь эта модель успешно внедряется и в других обществах.

Отметим, что полный цикл таких перемещений в мире имеет длительность, существенно превосходящую одну К-волну. Так, эстафета перехода текстильной промышленности (старейшей из индустриальных) до сих пор не закончена: от Китая сегодня ее принимают Бангладеш, Вьетнам и ряд других стран, от которых она в дальнейшем может перейти куда-либо еще (например – через несколько десятков лет, – в страны Тропической Африки, если, конечно, развитие технологий не сделает использование дешевого труда в ней неэффективным). Таким образом, в некоторых случаях этот процесс происходит на протяжении трех-четырех К-волн, по сути, совпадая с длительностью принципа производства.

В связи с вышеизложенным становится ясно, что задержка в разворачивании нового кластера инноваций может быть связана с тем, что и сама структура Мир-Системы существенно не готова к этому. А степень готовности во многом зависит от особенностей того этапа цикла принципа производства, на котором развитие в данный момент находится. Ниже мы еще вернемся к этому вопросу в отношении современного периода.

<sup>32</sup> Так, в период понижательной фазы второй К-волны (1873–1895) Англия находилась в тяжелой депрессии, тогда как экономика США, Германии, начинающей претендовать на роль нового центра в Европе, а также «белых» колоний Великобритании продолжала расти. В понижательной фазе третьей К-волны (в 1930-е гг.) достаточно быстро развивались страны с тоталитарной экономикой. В понижательной фазе четвертой К-волны (1970–1980-е гг.) появились так называемые «азиатские тигры», а несколько позже и Китай. А в понижательной фазе пятой К-волны успешно растут многие развивающиеся страны.

### Раздел 3. ПРОМЫШЛЕННЫЙ ПРИНЦИП ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРВАЯ, ВТОРАЯ, ТРЕТЬЯ К-ВОЛНЫ

#### 3.1. Промышленный принцип производства: переход к зрелости (В-фаза первой К-волны и вторая К-волна)

Как видно из названия раздела, переход промышленного принципа производства к зрелости (то есть его четвертый этап) занял полторы К-волны. Напомним, что промышленная революция в Англии завершилась к 1830 г. Но как говорилось в *Главе 4*, это утверждение ни в коем случае нельзя трактовать таким образом, что к этому времени основные инновации уже были введены. Напротив, они только внедрялись в производство. А английская промышленность к началу четвертого десятилетия XIX в. представляла собой гибрид, органически включающий в себя новый и старый принципы производства (машинный и ручной труд даже в текстильной промышленности). Вот почему на четвертый период – зрелости и экспансии принципа производства – приходится замена старых секторов на новые. Если говорить об экономике в целом, то она осуществлялась постепенно, но в отношении конкретных отраслей такая замена происходила очень быстро. Поэтому модернизация экономики в целом была довольно болезненной для общества. Особенно это касалось положения ткачей в 1830–1840-х гг. В Англии вытеснение машинами ремесленников растянулось на два десятилетия. Резкий перелом в положении английских ткачей наступает в конце 30-х и начале 40-х гг. (их численность за почти 15 лет уменьшилась в три с лишним раза – с 225 до 60 тыс.). Сложным было положение ткачей и в других странах Европы, где даже вспыхивали волнения (в частности, в Силезии в 1844 г.). Но особенно тяжелым оказалось положение ремесленников в Индии, где этот процесс был стремительным. Генерал-губернатор Ост-Индии уже в 1834–1835 гг. докладывал: «Бедствию этому едва ли найдется аналогия в истории торговли. Равнины Индии белеют костями хлопкоткачей». Фраза, ставшая знаменитой благодаря тому, что ее использовал К. Маркс (1960[1867]), с тех пор многократно повторялась<sup>33</sup>.

Четвертый этап датируется нами 1830–1890-ми гг. При этом на него в целом (но без полного совпадения по времени) приходятся две В-фазы второй и третьей К-волн и одна А-фаза третьей К-волны. Этот расклад вполне объясним, так как распространение нового принципа производства идет непросто и достаточно долго, тем более в рамках Мир-Системы.

Во-первых, как сказано выше, В-фаза первой К-волны сопровождалась глубокой перестройкой экономики и социальной структуры Великобритании в связи с ликвидацией ручного ремесла и вовлечением огромного числа людей в промышленность.

Во-вторых, новый принцип производства должен был утвердиться и распространиться не только в центре, но и на полупериферии Мир-Системы (в частности, в странах Европы, для которых 1850–1870-е гг., то есть А-фаза второй К-волны, были в некотором смысле равнозначными периоду 1800–1830 гг. для Англии).

<sup>33</sup> Драматизм положения индийских ремесленников в указанной цитате, вероятно, все же преувеличен. Однако объективно их положение было существенно хуже, чем у английских ткачей. Достаточно привести лишь некоторые факты. В 1830–1850-е гг. вывоз английских тканей в Индию вырос в 60 (!) раз (Бобровников 2004: 423). Вспомним, что в XVIII в. и еще в первые десятилетия XIX в. Индия, напротив, массово экспортировала свои ткани в Англию, что повлияло на увеличение численности индийских текстильных ремесленников. Теперь этому пришел конец, и группа индийских ремесленников стала исчезать. Население Дакки, крупного промышленного центра Бенгалии, например, уменьшилось со 150 тыс. до 30 тыс. жителей (Там же).

В-третьих, поскольку заимствования странами Европы были сделаны уже в виде готовых технологий, то существенные социально-политические трансформации происходят и в них.

### **3.2. Особенности фаз первой и второй кондратьевских волн в свете теории принципов производства**

В период быстрого формирования индустриальной экономики происходит как бы надстраивание ее этажей за счет того, что формируются новые крупные сектора (см. Табл. П2.2). Быстро растет и становится ведущим макросектор первичной тяжелой промышленности, включая индустриальные виды транспорта и связи. Только благодаря перевороту в них и могло произойти расширение экономического пространства и формирование зрелого индустриального принципа производства. Справиться с постоянно растущим объемом грузов и информации с помощью прежних способов было абсолютно невозможно. С другой стороны, железные дороги, водный транспорт, технологии связи неоднократно модернизировались в связи с распространением улучшенных сортов чугуна, стали и других материалов, более мощных механизмов. В течение всего этого периода, но особенно на В-фазе второй волны, формируется макросектор тяжелой промышленности вторичного цикла переработки (см. Табл. П2.2). Только с его достаточно широким распространением можно говорить о достижении зрелости промышленным принципом производства.

Это период мощного распространения инноваций в Мир-Системе, поэтому на первых порах для Англии первоочередным вопросом было расширение экспорта товаров, а в конце данного периода мощно развивался экспорт английского капитала.

#### **3.2.1. В-фаза первой К-волны, по типу похожая на А-фазы**

Нельзя не отметить, что понижательная фаза первой К-волны имеет существенные особенности по сравнению с понижательными фазами последующих К-волн.

1) *Противоречие между очень быстрым ростом производительности труда в промышленности и депрессивностью периода.* Объем инноваций и рост производительности труда в этот период были исключительно высокими. Так, согласно данным Н. Д. Кондратьева, с 1820 по 1850-е гг. производительность даже в добывающей промышленности, которая развивалась слабее обрабатывающей, выросла почти в два раза (Кондратьев 2002[1926]: 476, диаграмма 16). Мы также приводили примеры того, с какой скоростью и мощностью внедрялись инновации. Скорость сооружения дорог и предприятий иногда поражает воображение. Обычно рост производительности труда на А-фазах выше, чем на В-фазах<sup>34</sup>. В отношении первой волны ситуация для экономики в целом была скорее обратная, что связано с особенностями четвертого этапа («экспансии») промышленного принципа производства, когда тенденции развития исключительно велики.

2) *Другая особенность – меньшая депрессивность кризисных фаз среднесрочных циклов, чем на других В-фазах.* Обычно на В-фазе, как замечал еще Кондратьев (Там же: 379–380), подъемы менее мощные, а спады более длительные, чем на А-фазах. Однако хотя на В-фазе первой К-волны депрессивность была весьма высокой, все же подъемы и спады в среднесрочных циклах были достаточно ярко выра-

<sup>34</sup> В условиях большей депрессивности предприятия мощности дольше простаивают или остаются недозагруженными, что снижает показатели производительности труда, несмотря на больший объем безработицы. Но для первой волны с учетом того, что промышленный сектор еще только достраивался, фактор недогрузки был менее актуален.

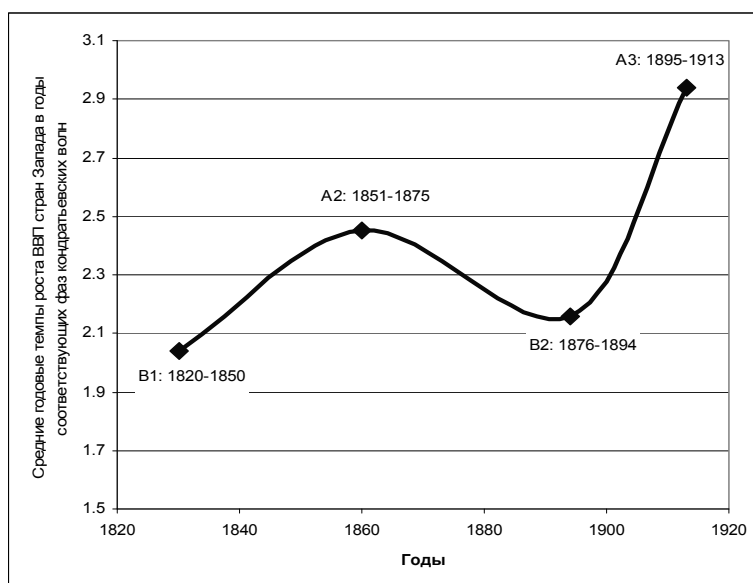
жены, что более характерно именно для А-фаз<sup>35</sup>. На наш взгляд, это объясняется тем, что данная фаза приходится на конец третьего и начало четвертого периода промышленного принципа производства, то есть на завершение промышленной революции и первичное развитие ее результатов. А это очень значимые периоды в инновационном смысле, поскольку «запас» потенциальных инноваций еще столь велик, что это позволяет сокращать кризисные периоды и делать экономические подъемы более мощными. Кроме того, четвертый этап промышленного принципа производства – это время распространения результатов промышленной революции в Мир-Системе, что открывало дополнительные возможности в самых разных планах: от синтеза изобретений, сделанных в разных странах, в один поток до борьбы за беспощадную торговлю, в ходе которой новейшая техника распространялась по всему миру.

3) На этой фазе жесткость смены укладов и парадигм была выше, чем на других В-фазах К-волн. Как было показано в предыдущем разделе (см. также: Гринин 2012б), характер такой смены на В-фазах менее аддитивный и более заместительный, чем на А-фазах, из-за того, что предприниматели вынуждены бороться с негативными тенденциями к снижению цен и нормы прибыли. Однако жесткость вытеснения секторов на В-фазе первой К-волны, пожалуй, была наибольшей (см. выше о положении ткачей). Это объяснялось, во-первых, особенностью этапа принципа производства (более революционной сменой технологий, чем обычно), во-вторых, отсутствием необходимых социальных инструментов. Ведь Англия шла «вперед планеты всей», а это ограничивало условия экономического развития и социальный опыт. В результате коллизия столкновения технического и технологического прогресса со старыми отношениями в то же время делала этот период тяжелым, требующим серьезных перестроек, оттого он характеризовался социальной борьбой.

### **3.2.2. Странная динамика второй К-волны: сравнение динамики роста ВВП на ее А- и В-фазах**

Подъем А-фазы (1850–1870-е гг.) второй волны был достаточно мощным (в отличие от А-фазы первой волны, см. Табл. П2.4), поскольку имеет место синергетический эффект наложения уже двух технологических волн. В результате происходит ускорение развития по сравнению с предшествующей первой волной за счет совмещения двух технологических волн: новой (тяжелой) промышленности первого цикла и транспорта в Англии и старой (текстильной) промышленности, смещавшейся с новой в Европе и США. Еще более высокий уровень подъема наблюдается в развитии стран Запада, темпы роста ВВП которых в период А-фазы второй волны достигли весьма значимых величин – около 2,5 % в год (см. Рис. 1).

<sup>35</sup> Конкретные данные о протекании среднесрочных циклов на этой и всех остальных фазах К-волн см.: Гринин, Коротаев 2010а: Гл. 1, 2.



**Рис. П2.1.** Средние годовые темпы роста (%%) ВВП стран Западной Европы во время восходящих и нисходящих фаз К-волн, 1820–1913 гг.

Источник: Коротаев, Гринин 2012: 85 (Рис. 18).

**Особенность второй К-волны: Запад vs. Мир-Система.** Говоря о возрастании темпов роста мирового ВВП, нельзя обойти тот факт, что во время А-фазы второй К-волны вопреки теории К-волн они оказываются ниже, чем в В-фазе второй же К-волны (см. Табл. П2.4). Тогда как должно быть наоборот (А-фазы поэтому и называются восходящими, что темпы роста в них выше, чем в нисходящих). При этом если брать только страны Запада, то там с темпами роста ВВП все происходит согласно теории: в А-фазе второй К-волны (1849–1873 гг.) они выше, чем в В-фазе второй К-волны (1873–1895 гг.) (см. Рис. П2.1).

В чем здесь дело, почему динамика Запада не совпадает с общемировой динамикой? Мы давали некоторые объяснения данному феномену, в частности в 1852–1870 гг. это могло произойти в связи с катастрофическим экономическим упадком в Китае, экономика которого в середине XIX в. была все еще крупнейшей в мире<sup>36</sup> (см.: Гринин, Коротаев 2012; Коротаев, Гринин 2007; Гринин, Коротаев, Цирель 2011). При этом мы сделали следующий вывод: имеются некоторые основания сомневаться, что К-волны могут быть прослежены в динамике мирового ВВП в период до 1870 г., хотя в этот период они прослеживаются в экономической макродинамике Запада. Здесь уместно вспомнить, что и Кондратьев устанавливал динамику К-волн только для Запада, где ценовые долгосрочные колебания коррелировали с динамикой темпов роста ВВП. Исходя из данных показателей (по которым можно проследить динамику К-волн), это вполне верно. С точки зрения теории принципов производства и производственных революций все объясняется еще более логично. К-волны, как мы видели выше, возникают в результате приобретения производительными силами новых качеств, а именно стремления к постоянному расширению.

<sup>36</sup> В связи с политико-демографическим коллапсом, вызванным Тайпинским восстанием и сопутствовавшими ему иными политическими потрясениями, голодом, эпидемиями и т. п.

Вполне очевидно, что до тех пор, пока эти качества в каком-то виде не реализовались в тех или иных регионах мира, как длинноволновая, так и тем более средневолновая динамика не может там реально проявиться<sup>37</sup>. Распространение инноваций промышленной революции по миру происходило постепенно, наиболее активно именно в период второй К-волны, *поскольку она приходится на четвертый период промышленного принципа производства (период его зрелости и экспансии)*. Однако в А-фазе второй волны это распространение охватывает главным образом США, Европу и связанные с ней полупериферийные страны (Россию, Египет, Турцию и т. д.). В то же время Дальний Восток и ряд других регионов, где проживала огромная часть населения мира, либо находились в состоянии полной изоляции, либо были лишь слегка «приоткрыты» с помощью военной силы.

Соответственно развитие разных частей мира шло асинхронно, поскольку они сосуществовали в разных принципах производства. Вполне логично сфера действия кондратьевских волн расширялась сначала за счет западных стран, в которых в А-фазе второй волны мы наблюдаем рост ВВП, существенно превосходящий предшествующие периоды. И только в следующем периоде, в В-фазе второй К-волны (1873–1895 гг.), экспансия достижений промышленной революции позволила вовлечь в общую экономическую систему наиболее населенные страны периферии. Такая асинхронность, с одной стороны, привела к замедлению развития центра (см. Рис. П2.1), что одновременно позволило несколько подтянуть к нему полупериферию<sup>38</sup>, а с другой – общие темпы роста вопреки теории К-волн в этой В-фазе оказались выше, чем в предшествующей ей А-фазе второй К-волны (см. Табл. П2.4). Последнее произошло за счет быстрого вовлечения в общую систему хозяйствования (торговли, разделения труда) целого ряда регионов, ранее в ней участвовавших неактивно или вовсе не участвующих<sup>39</sup>. Таким образом, в рамках теории принципов производства нет никакой аномалии в более быстрых темпах роста мирового ВВП в В-фазе второй К-волны по сравнению с ее А-фазой, все выглядит логично.

**Табл. П2.4. Средние годовые темпы роста мирового ВВП (%%) во время восходящих и нисходящих фаз кондратьевских циклов, 1820–1894 гг.**

Порядковый номер кондратьевской волны	Фаза	Годы	Средние годовые темпы роста мирового ВВП (%%) в соответствующие годы
I	В	1820–1850	0,88
II	А	1851–1875	1,26
II	В	1876–1894	1,68

Источник: Коротаев, Гринин 2012: 83 (Табл. 5).

<sup>37</sup> Достаточно уже вовлечения производства в мировое разделение труда и мировую торговлю, колебания потребностей которых отразятся на динамике местного производства, если оно даже не механизировано.

<sup>38</sup> Этому также способствовал активный экспорт капитала (см.: Гобсон 1928: 61; Мендельсон 1959, т. 2: 14; Туган-Барановский 2008[1913]), что свидетельствовало о расширении арены действия промышленного принципа производства.

<sup>39</sup> Только вовлечение в мировую торговлю зерном и другой сельскохозяйственной продукцией западных территорий США, России, Индии и ряда других стран дало существенный эффект, но главное – начался рост в Китае, Японии и других государствах; модернизация в Турции, России, Индии, Аргентине и т. д. также вносила огромный вклад в общий рост.

### 3.3. Третья волна: взлет сильнее, падение – катастрофическое

Необычность третьей волны (1895–1947 гг.), особенно глубина падения производства в период Великой депрессии, а также насыщенность этого периода военными и социальными катаклизмами, всегда привлекает повышенное внимание исследователей. При этом отметим, что *В-фаза третьей К-волны богаче социально-политическими потрясениями, чем ее А-фаза*. Однако теория К-волн никоим образом не может объяснить такую насыщенность ими. Напротив, согласно Кондратьеву, его так называемой «второй правильности» (Кондратьев 2002[1926]: 74 и далее), в А-фазах происходит больше важных социально-политических событий, чем в В-фазах. Хотя и А-фаза третьей волны была очень бурной, включала войны и революции, В-фаза ее превзошла<sup>40</sup>. Однако, как мы увидим ниже, в аспекте теории принципов производства потрясения в период третьей К-волны надо брать целиком, не противопоставляя ее А- и В-фазы. И в целом в рамках теории принципа производства многие моменты, характерные для третьей К-волны, становятся яснее, обнаруживается более понятная логика процесса, в которую вполне укладываются различные и на первый взгляд разнородные события. Стремительное расширение сцены действия промышленного принципа производства и одновременно распространение влияния нового принципа производства на всю Мир-Систему действительно ведет к разноречивым тенденциям.

Можно выделить ряд особенностей, которые связаны с положением этого периода в цикле промышленного принципа производства.

1. *Изменение пропорций между длительностью К-волны и этапов промышленного принципа производства*. Напомним, что в отличие от более или менее постоянной длительности К-волн (что и составляет их важнейшую характеристику) длительность этапов принципа производства не одинаковая, а различная<sup>41</sup>. Общая тенденция здесь такова, что чем больше номер этапа в рамках одного принципа производства, тем он короче (это связано как с особенностями цикла принципа производства, так и с общим ускорением исторического процесса, см. Приложение 1). В результате на *третью волну приходится целых два этапа промышленного принципа производства*. Если на четвертый этап пришлось полторы волны, то в данном случае наоборот: на одну волну пришлось два этапа принципа производства. *Значит, темп и плотность изменений повысились*. Это привело к различным последствиям, в числе которых сначала некоторое ускорение экономического развития по сравнению с А-фазой второй К-волны (см. Рис. 1), а затем очень сильное торможение<sup>42</sup>.

2. *Абсолютная победа промышленного принципа производства как в рамках системы производства, так и в структуре Мир-Системы ведет к возникновению качественно новых явлений, готовящих мир к очередной трансформации*. Пятый этап

<sup>40</sup> Особенно если рассматривать В-фазу с 1914 г. Но даже если отсчитывать ее с 1920 г. (последняя цифра вилки в периодизации Кондратьева 1914–1920 гг.) или с 1929 г., как мы предлагаем, на эту фазу приходятся Великая депрессия, колоссальные перемены в СССР, войны в Китае (гражданская; с Японией), установление нацистской диктатуры, подготовка ко Второй мировой войне, Вторая мировая война, в результате падение целого ряда режимов, установление социалистических режимов в Европе и Азии, обретение Индией независимости от Британской империи, установление американской гегемонии в экономике, политике и др.

<sup>41</sup> При этом пропорции длин этапов в цикле принципа производства имеют достаточно сильную корреляцию. См. Приложение 1.

<sup>42</sup> Следует учитывать также, что теперь уже три волны технологических изменений промышленного принципа производства (текстильная, тяжелой промышленности первого цикла и машиностроительная) действуют в рамках Мир-Системы. Поэтому и в данных рамках темпы роста экономики в А-фазе третьей К-волны были выше, чем в А-фазе второй К-волны.

принципа производства означает его абсолютную победу, в том числе и в сфере сельского хозяйства (доиндустриального по происхождению сектора), которое механизмуется, что в целом далее ведет к его депрессии (см. выше). Полная победа промышленного принципа производства означает ускорение смены технологий<sup>43</sup>. С одной стороны, эти новые технологии уже меньше революционизируют общество, теперь вполне готовое к постоянным технологическим изменениям, но с другой – возникают уже столь сложные технологии, что они начинают готовить мир к переходу к новому (научно-кибернетическому) принципу производства, переходу, связанному с тяжелыми кризисными явлениями.

3. *Системный кризис в конце промышленного принципа производства.* Переход к новому принципу производства, как уже не раз говорилось, происходит нелегко. Фактически можно говорить о системном *переходном* кризисе, вызываемом глубокими диспропорциями в целом ряде сфер и направлений (см. Главы 3 и 5). В указанный период они дают о себе знать прежде всего в структуре Мир-Системы (в процессах ее реконфигурации, болезненном «подтягивании» полупериферии, насильственной модернизации периферии и т. п.). Особое внимание нужно уделить смене лидера Мир-Системы, связанной с обострением военно-политической борьбы за лидерство (между Германией и Англией). Диспропорции остро проявляются и поскольку уровень обобществления производства в этот период значительно превзошел систему контроля над ним со стороны государства. Старая рыночная конкурентная система оказалась уже не в состоянии осуществлять саморегуляцию, ее «невидимой руки» явно не хватало. В итоге должна была возникнуть система контроля со стороны государства, равно как и новая система перераспределения через государственный бюджет и формы социального обеспечения (см. подробнее: Главу 4; см. также: Гринин 2006а; 2009а).

Однако нужные изменения не происходят автоматически, они связаны с глубокими социально-политическими (или военно-политическими) конфликтами, в равной мере и с иными серьезными катаклизмами, которые заставляют искать новые ответы. Именно в процессе поиска этих ответов возникают новые способы организации производства и внедрения новых технологий (как один из вариантов снятия напряжения), ведущих в итоге к новой производственной революции. Чем ближе центральные страны Мир-Системы подходят к технологической возможности совершить рывок к новому принципу производства, тем острее противоречия и проблемы, вытекающие из несоответствия общественных и международных отношений возросшему уровню технологий. Однако эти противоречия еще не осознаются в таком глобальном контексте. Скорее они дают о себе знать целым «букетом» самых разных напряжений и противоречий, естественно-историческая роль которых заключается в том, чтобы мощно встряхнуть уже устоявшуюся систему, сломать отдельные ее звенья (причем не обязательно самые передовые, обычно самые слабые), чтобы побудить общества и элиты к абсолютно неординарным и выходящим за рамки логики существующей системы решениям и экспериментам<sup>44</sup>. В самом деле, государственное регулирование выглядит абсолютно нелогичным в рамках системы свободной конкуренции, социальное страхование – вредная трата денег налогоплательщиков; регулирование минимума зарплаты неприемлемо при системе свободы

<sup>43</sup> В частности, переход к новым видам топлива и двигателей – электрооборудования и двигателей внутреннего сгорания. Здесь уместно вспомнить и о научной революции начала XX в.

<sup>44</sup> Более осмысленная борьба за реформирование именно с точки зрения логики нового принципа производства происходит уже на первых его этапах (см. подробнее: Гринин 2006а: 72–73, 181–184).



договоров между работодателями и наемными работниками, запрет операций с золотом (мера Ф. Рузвельта) – насмешка над системой денежно-золотого стандарта и т. п.

Поэтому неудивительно, что именно на завершающем этапе развития принципа производства, когда поиск путей перехода к новому принципу производства нащупывается в потемках и связан с мощными катаклизмами (см.: *Глава 3*; см. также: Гринин 2006а; 2009а), о глубоком реформировании в истинно правильном направлении мало кто думает, поскольку система уже настолько совершенна, что удивляет своей завершенностью и разумностью. Но внезапно общества и общественные классы сталкиваются с явлениями, которые кажутся неподконтрольными, неожиданными, алогичными, противоречащими прежнему опыту. Конец пятого и шестой этапы промышленного принципа производства продемонстрировали это с особой яркостью. Неслучайно на этот период пришлось столько тяжелых событий (обе мировые войны, социальные революции и глубочайший кризис 1920–1930-х гг.)<sup>45</sup>. Вполне очевидно, что К-волны, будучи прежде всего экономическим явлением, не могли протекать в изменившихся условиях по-прежнему. В то же время, повторим, столь глубокое падение экономики в период Великой депрессии, не имевшее аналогов ни до, ни после нее (не говоря уже о войнах и революциях), сама теория К-волн никак не объясняет.

4. *Особо мощный кластер инноваций в В-фазе третьей К-волны.* Согласно ряду исследователей, именно в понижательной В-фазе К-волны возникает кластер инноваций, создающий затем в А-фазе подъем производства. Однако эти теории не объясняют, почему в период 1920–1930-х гг. появляется невиданное число изобретений, ставших основой инноваций в четвертой К-волне<sup>46</sup>. Но это можно объяснить особенностью данного периода в отношении промышленного принципа производства. Шестой (переходный) этап принципа производства особенно богат на инновации, для внедрения которых необходимы глубокие структурные перестройки общества. Именно в это время создаются предпосылки начала новой производственной революции.

### **3.4. Корреляция этапов промышленного принципа производства и К-волн**

Мы рассмотрели три К-волны, связанные с промышленным принципом производства. При этом достаточно сильное соответствие между К-волнами и этапами промышленного принципа производства в целом ряде аспектов очевидно. Особого внимания заслуживает корреляция длительности этапов промышленного принципа производства и длительности фаз К-волн. Разумеется, прямого совпадения по длительности К-волн и их фаз, с одной стороны, и этапов промышленного принципа производства – с другой, не могло быть в связи с различием в длительности этапов промышленного принципа производства. Зато удалось установить более сложное

<sup>45</sup> Становится ясно, почему обе фазы третьей волны должны были быть очень насыщенными крупными социально-политическими потрясениями.

<sup>46</sup> Например, В. Г. Клинов с опорой на данные, приведенные в монографиях Г. Менша, К. Фримена, Я. ван Дейна и ряда других исследователей, утверждает, что в депрессивное десятилетие 1930-х гг. общее число базисных инноваций было в 1,5 раза больше, чем в среднем в 1940–1960-е гг. (соответственно 31 базисное нововведение в 1930-е гг. и по 20 нововведений в среднем в 1940–1960-е гг.) (Клинов 1992: 183).

соотношение, согласно которому *в среднем одной К-волне соответствует один этап промышленного принципа производства*. Если учесть, что начало В-фазы нулевой К-волны пришлось не на самое начало третьего этапа промышленного принципа производства (а на период, который заметно ближе к его середине, то есть не на 1730-е, а на 1760-е гг.), то можно считать, что в три с половиной этапа промышленного принципа производства укладывается три с половиной волны! Это хорошо видно из Табл. П2.5.

Как должно быть понятно читателю, это вовсе не случайно, поскольку инновационное разворачивание промышленного принципа производства реализуется через длинные циклы Кондратьева, которые в значительной мере определяются именно долгосрочными и имеющими важные последствия инновациями.

**Табл. П2.5. Этапы промышленного принципа производства и кондратьевские волны**<sup>47</sup>

Этапы промышленного принципа производства	Третий этап, 1730–1830 гг. ≈ 100 лет	Четвертый этап, 1830–1890 гг. ≈ 60 лет	Пятый этап, 1890–1929 гг. ≈ 40 лет	Шестой этап, 1929–1955 гг. ≈ 25 лет	Итого: ≈ 225 лет, начиная с 1760 гг. – 195 лет
Номер К-волны	Нулевая (В-фаза)/ первая волна (А-фаза), 1760–1817 гг. – около <b>60 лет</b>	Конец первой/вторая волна, 1817–1895 гг. – более <b>75 лет</b>	Третья волна, повышательная фаза, 1895–1928 гг. – более <b>35 лет</b>	Третья волна, понижательная фаза, 1929–1947 гг. – около <b>20 лет</b>	Около <b>190 лет</b>
Фаза К-волны	В-фаза нулевой волны <sup>48</sup> , 1760–1787 гг.	Вторая половина понижательной фазы, 1817–1849 гг.	Повышательная фаза, 1895–1928 гг.	Понижательная фаза, 1929–1947 гг.	
Фаза К-волны	Повышательная фаза, 1787–1817 гг.	Повышательная фаза, 1849–1873 гг.			
Фаза К-волны		Понижательная фаза, 1873–1895 гг.			

<sup>47</sup> Для упрощения за начало и конец периодов взяты конкретные годы, хотя очевидно, что такой переход происходит в определенном интервале.

<sup>48</sup> Как уже сказано, промышленный переворот обычно датируют 1760-ми гг., поэтому отсчет волн с этой даты вполне оправдан.

## Раздел 4. НАУЧНО-КИБЕРНЕТИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП ПРОИЗВОДСТВА И ЧЕТВЕРТАЯ, ПЯТАЯ, ШЕСТАЯ К-ВОЛНЫ

### 4.1. Четвертая К-волна

#### 4.1.1. Четвертая волна и начало кибернетической революции: синергетический эффект

Начало новой производственной революции – особый период, который связан с быстрым переходом к более высокому состоянию технологической составляющей экономики. Все накопленные к этому времени инновации с большим количеством новых аккумулируются в новую систему, что производит поистине синергетический эффект. Как мы уже неоднократно отмечали, кибернетическая революция началась в 1950-е гг., продолжается в настоящее время и завершится в 2060–2070- годах. Она вызвала мощное ускорение научно-технического прогресса. Рассмотрим начало становления этого принципа в рамках четвертой кондратьевской волны.

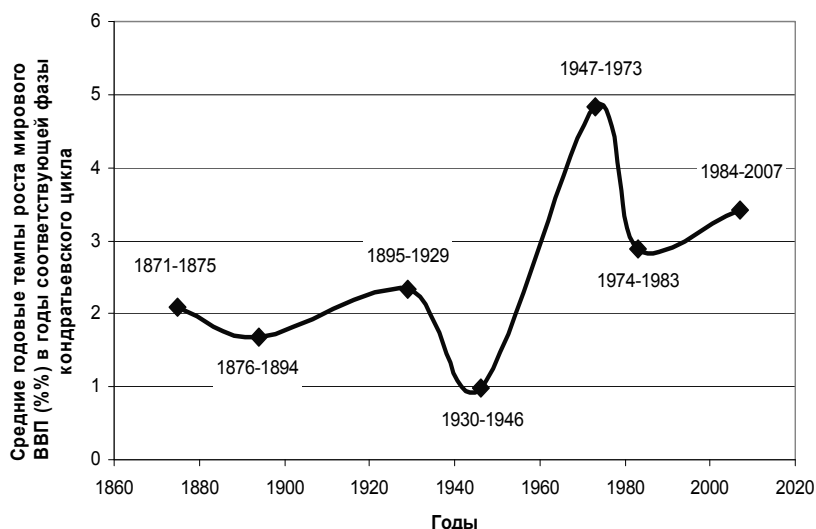
Естественно предположить, что *повышательная фаза К-волны, совпадающая с началом производственной революции, может оказаться более мощной, чем А-фазы других К-волн*<sup>49</sup>. Особенностью повышательной А-фазы четвертой К-волны как раз и было то, что процесс ее разворачивания совпал с научно-информационной фазой кибернетической революции. В результате в этот период образовался более плотный кластер инноваций, чем обычно (чем во вторую, третью и пятую волны). Очень велика была доля новой продукции в центральных экономиках Мир-Системы. Так, по оценке фирмы «МакГроу-Хилл» (*McGraw-Hill*), доля новой продукции, которая появилась на рынке после 1952 г., достигла в выпуске промышленности США в 1970 г. в секторе общего машиностроения 85 %, электротехнического – 97 %, автомобильной промышленности – 77 % (Клинов 2006: 87). А в целом доля продукции машиностроения и химической индустрии в обрабатывающей промышленности США к концу 1960-х гг. превысила 56 % (Клинов 1992: 177, 179–180).

Кроме того, в этой фазе объединились в едином подъеме: а) массовые технологии, созданные в конце третьей К-волны (авто- и авиастроение, электроприборостроение и *некомпьютерная электроника*), которые до Второй мировой войны только начинали свой подъем, а теперь достигли зрелости (особенно распространившись в странах полупериферии и периферии, например в Японии); б) синергия инноваций химии, машиностроения (искусственные материалы, автоматизация), оптики, электропромышленности, комплексных успехов в сельском хозяйстве и т. д.; в) первичная генерация компьютерной технологии и электроники<sup>50</sup>. Сказанное объясняет, почему в период 1950–1960 гг. темпы экономического роста в Мир-Системе были более высокими, чем в А-фазе третьей и пятой К-волн. Это очень наглядно видно на Рис. П2.3. и в Табл. П2.6<sup>51</sup>.

<sup>49</sup> Большой силы также может достигнуть А-фаза шестой К-волны, поскольку она совпадет с началом завершающей фазы кибернетической революции. Шестая волна, таким образом, должна быть сильнее пятой. К этому мы вернемся ниже.

<sup>50</sup> Не говоря уже о развитии технологий второй и третьей волн (металлургии, добывающей промышленности, электроэнергетики и т. п.), в целом ряде индустриализующихся стран, таких как Китай, Индия, Пакистан, Южная Корея и т. п., свою роль сыграло на первых порах и то, что подготовка к войне и сама война создали большой дефицит почти всей обычной мирной продукции. Однако при сравнении с аналогичной ситуацией после Первой мировой войны становится понятно, что это был преходящий, не решающий фактор быстрого роста.

<sup>51</sup> Рис. П2.3 и Табл. П2.6 взяты из: Коротаев, Гринин 2012: 71, 83. В Табл. П2.7 и на Рис. П2.4 приведен вариант 2. Варианты связаны с различной периодизацией А-фазы третьей волны, В-фазы четвертой волны и пятой



**Рис. П2.3.** Средние годовые темпы роста мирового ВВП (%%) во время восходящих и нисходящих фаз К-волн, 1871–2007 гг. (вариант 1),

**Табл. П2.6.** Средние темпы роста мирового ВВП (%%) во время восходящих и нисходящих фаз К-волн, 1871–2007 гг. (вариант 1)

Порядковый номер кондратьевской волны	Фаза	Годы	Средние годовые темпы роста мирового ВВП (%%) в соответствующие годы
I	2	3	4
II	Конец восходящей фазы (А)	1871–1875	2,09
II	Нисходящая фаза (В)	1876–1894	1,68
III	Восходящая фаза (А)	1895–1929	2,34
III	Нисходящая фаза (В)	1930–1946	0,98
IV	Восходящая фаза (А)	1947–1973	4,84
IV	Нисходящая фаза (В)	1974–1983	2,88
V	Восходящая фаза (А)	1984–2007	3,42

#### 4.1.2. Понижительная фаза четвертой К-волны и динамика научно-информационной фазы кибернетической революции

Исключительно быстрые темпы роста экономики («экономические чудеса») в ряде европейских стран и Японии, равно как и довольно быстрые темпы роста в других государствах (в частности, в СССР и ряде социалистических стран) и в целом в мире, длившиеся около 20 лет (с начала – середины 1950 г. и до конца 1960 г.), не могли продолжаться бесконечно. Как всегда, в основе замедления темпов роста лежала

---

волны (подробное объяснение дано в: Коротаев, Гринин 2012). Отметим, что в отношении темпов роста ВВП в период 1947–1973 гг. оба варианта идентичны.

общая причина, являющаяся основой цикличности в экономике<sup>52</sup>. То, что приостановка темпов роста, наблюдающаяся с конца 1960-х гг., затем переросла в глубокий и тяжелый кризис 1970-х гг., объяснялось в целом переходом от А-фазы четвертой К-волны к ее В-фазе. А такие переломные кризисы всегда бывают особо тяжелыми, тем более что А-фаза четвертой К-волны была необычно бурной. Здесь кстати будет заметить, что игнорирование ведущими экономистами длинноволновой динамики лишает их возможности увидеть главные глубинные причины важных явлений в экономике, в частности вызываемых сменой повышательных и понижательных тенденций К-волн. Например, нобелевский лауреат П. Кругман в своей монографии 2009 г. считает, что причины, по которым произошло замедление роста во всем развитом мире в начале 1970-х гг., «до сих пор остаются в известной мере загадочными» (Krugman 2009: 57), тогда как для исследователей длинноволновой динамики эти причины в основе своей понятны. А с помощью теории производственной революции мы попытаемся также прояснить их дополнительно.

Специфические причины кризиса, разумеется, хорошо известны. Помимо резкого роста цен на топливо и сырье в 1970–1980-е гг. и влияния внешней политики США на позицию доллара заметную роль сыграли крупные демографические изменения в мире. Если в развивающихся странах возник избыток трудоспособного населения, который правительства большинства государств были не в состоянии обеспечить работой, то в СССР и других европейских социалистических странах, а также в наиболее крупных капиталистических демографические ресурсы к этому времени оказались исчерпанными (именно в это время в Германию, например, активно приглашаются югославы, турки, греки; резко выросла арабская эмиграция во Францию; была высокой нелегальная эмиграция мексиканцев в США). И это не могло не сказаться на темпах роста как в социалистических (для которых это оказалось роковым), так и в капиталистических государствах (которые все же смогли преодолеть кризис).

Истощение демографических ресурсов было первым предупреждением Западу о том, что его позиции как центра Мир-Системы стали уязвимыми. А в целом наступление новой производственной – кибернетической – революции означало, что экономическая (а в итоге и политическая) структура Мир-Системы должна коренным образом измениться. Но для этого потребуются довольно большой период времени, окончательное завершение данной трансформации произойдет только после завершения шестой К-волны (перехода научно-кибернетического принципа производства к зрелости, а вместе с этим и крупных социально-политических изменений).

Помимо истощения демографических ресурсов к этому времени можно отметить и своего рода истощение инноваций (недаром существует мнение о замедлении научно-технического прогресса с 1970-х гг.)<sup>53</sup>. При быстрых темпах развития больше усилий требуется для раскрутки и массового внедрения уже проверенных инноваций, способных дать быстрый эффект роста, чем для апробации новых. Таким образом, задел инноваций, которые можно было бы внедрить в следующие десятилетия, несколько уменьшился. Кроме того, многие страны – локомотивы экономического роста, такие как Япония (а во многом и СССР, и другие социалистические страны), были чистыми реципиентами инноваций, предпочитая скупать (или получать иным способом) патенты либо всецело внедрять новые технологии. Таким об-

<sup>52</sup> Согласно этой причине, ускоренные подъемы неизбежно приводят к истощению тех или иных ресурсов и к инвестиционно-ценовым диспропорциям, а это ведет к замедлению производства или его падению как способу устранения диспропорций и перекосов.

<sup>53</sup> Но новая волна инноваций в 1980–1990-е гг., особенно в ИКТ, вновь вывела США и западные страны вперед.

разом, развитие инноваций оставалось делом относительно небольшого числа западных стран, что ограничивало их прирост.

Указанная динамика вполне укладывается в представления о развитии начального этапа производственной революции. Этот этап занял примерно 40 лет (с середины 1950-х до середины 1990-х гг.). Но его структура, естественно, не является линейной, а в известной мере напоминает модель производственной революции в целом: в нем также имеет смысл выделить две волны. Сначала внедряется масса нереализованных ранее инноваций, сложившаяся в систему (при этом регион такого всплеска инноваций ограничен самым центром Мир-Системы). Напомним, что в 1950–1960-е гг. ключевыми секторами и направлениями были новая химия, автоматика и некомпьютерная/неинтерактивная электроника (радио-, теле-, транзисторы и пр.), которая соединилась с автоматикой. Эта волна инноваций в известной мере как бы продолжает старые тенденции и одновременно порождает новые (но последние еще играют подчиненную роль в экономике в целом)<sup>54</sup>.

Однако исчерпание ресурсов инноваций, созданных в 1930–1950-е гг., было неизбежным. Для формирования же следующего витка необходимо некоторое время, в течение которого одновременно расширяется сфера действия нового принципа производства и несколько ослабевает темп внедрения инноваций. В течение этого периода создаются и начинают внедряться новые поколения инноваций, которые получают широкое распространение позже. Отметим также, что резкое повышение цен на энергоносители существенно изменило вектор поиска инноваций (в частности, в сторону альтернативных источников энергии), а окончательный отход от золотого стандарта, который вверг западные экономики в затяжную инфляцию, способствовал росту инноваций в финансовых сферах. Все эти процессы пришлось именно на понижательную В-фазу четвертой К-волны (1970–1980-е гг.). В результате в последующий период в производство пришла новая волна инноваций – информационно-компьютерная и в сфере средств связи<sup>55</sup>. В отличие от предыдущего этот подъем реализует уже *собственные инновации нового принципа производства, которые постепенно обретают массовость и занимают свою истинную нишу*<sup>56</sup>. В этот и частично в предшествующий период активно формировался сектор услуг (характерный для нового принципа производства), в которых было задействовано все больше трудоспособного населения в Европе и Японии (в США этот процесс начался ранее).

Таким образом, динамика перелома фаз в четвертой К-волне совпала с динамикой разворачивания начальной фазы кибернетической революции.

**Почему В-фаза четвертой К-волны была короткой?** Отметим теперь особенности понижательной В-фазы четвертой К-волны. *Важнейшей является ее небольшая длительность* (по крайней мере, в рамках нашей периодизации К-волн). По поводу хронологии четвертой К-волны существует множество точек зрения; некоторые считают, что она закончилась только перед современным кризисом. Этот взгляд

<sup>54</sup> Так, начало кибернетической революции ознаменовалось открытием качественно новых инноваций (компьютеров и новых форм информации – двоичный код и т. д.), распространение которых было достаточно широким, но не настолько, чтобы стать основой экономики.

<sup>55</sup> В том числе и основанных на космических технологиях, которые являются плодом уже непосредственно кибернетической революции.

<sup>56</sup> Хотя интерактивные и цифровые ИКТ были реализованы уже в 1970–1980-е гг., подлинно массовыми эти изобретения стали только в конце 1980–1990-х гг., когда и началась А-фаза пятой К-волны, свидетельством чего стал, в частности, и бум доткомов в США, развитие так называемой финансовой революции, связанной с возможностью мгновенного перемещения капиталов в любую точку мира и параллельным ростом открытости для этого границ (см. подробнее: Гринин, Коротаев 2012). Именно этот уклад стал ведущим в пятой К-волне и во многом обеспечил подъем 2000-х гг.

основывается на расчете согласно нормальной длительности К-волн (до 60 лет), однако с точки зрения особенностей технико-экономической парадигмы, мир-системных изменений, темпов роста ВВП и др. по крайней мере 1990-е гг. должны быть отнесены к А-фазе пятой К-волны. Если посмотреть на Рис. П2.3 и П2.4, а также сравнить Табл. П2.6 и П2.7, то легко убедиться, что 1982–1991 гг. представляют переломный этап. На Рис. П2.3 хорошо видно, что снижение темпов роста мирового ВВП в этот период прекратилось, но ясно выраженного подъема также не наблюдается. Подъем весьма слабый, но сами темпы роста этого десятилетия достаточно неплохие, выше, чем в предшествующей декаде. В настоящий момент сложно сказать определенно, к какой фазе (В-фазе четвертой К-волны или А-фазе пятой К-волны) относится это десятилетие. В своих работах (см.: Гринин, Коротаев, Цирель 2011; Гринин, Коротаев 2012; Коротаев, Гринин 2012) мы приводили два варианта периодизации. Все же мы более склоняемся к варианту короткой (до 10–15 лет с 1968/1974 гг. по 1984 гг.) В-фазы четвертой волны (хронология приведена в Табл. П2.6, альтернативный вариант представлен в Табл. П2.7)<sup>57</sup>.

Реально в этом случае В-фаза сокращается до одного-двух жюгляровских циклов. Мы давали свои объяснения сокращению длительности В-фазы четвертой К-волны, видя причину этого в успехах антикризисных стратегий правительств, которые стали бороться с депрессиями гораздо более активно и интенсивно, чем ранее (см.: Гринин, Коротаев 2012). Такое объяснение вполне релевантно (именно на этот период пришлось, в частности, реформы Р. Рейгана и М. Тэтчер). Но из этого тогда логично бы следовало, что и В-фаза пятой К-волны будет столь же короткой (или даже короче, так как правительства накопили определенный опыт). Бесспорно, это было бы удачным для мировой экономики вариантом, однако все прогнозы пока указывают на то, что В-фаза пятой К-волны может быть более длинной, чем четвертой, и продлится она не менее 15–18 лет, а может быть, даже 20 или больше. В этом случае наше толкование, связанное с удачной деятельностью антикризисных мер, не объясняет полностью сокращение длительности В-фазы четвертой кондратьевской волны. В то же время сравнение особенностей фаз К-волны с особенностями совпадающего с ними по времени первого этапа научно-кибернетического принципа производства позволяет сделать дополнительные обоснования данному сокращению. Понижительную фазу четвертой К-волны прервал новый виток инноваций научно-информационной фазы революции. Он не смог сразу перевести вектор в сильный подъем, но вывел экономику из депрессивного состояния. *Таким образом, более мощный, чем обычно, импульс инноваций, свойственный научно-информационной фазе революции, сделал более сильным подъем в четвертой К-волне и сократил время ее понижительной фазы.*

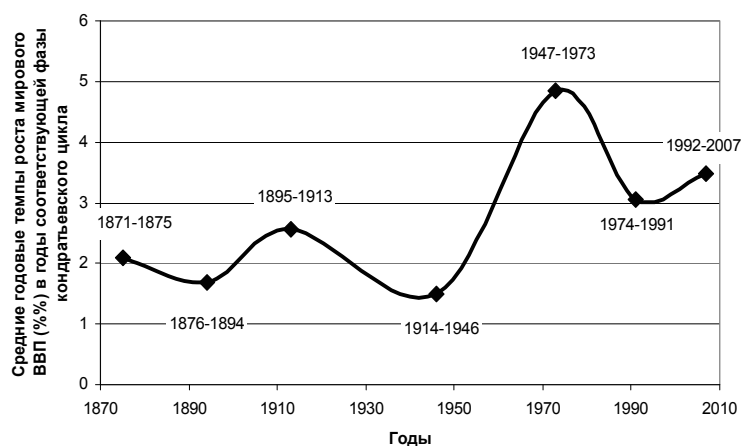
---

<sup>57</sup> Более правильно, конечно, в этом случае отсчитывать начало В-фазы четвертой К-волны с конца 1960-х гг., когда экономические трудности стали проявляться вполне явно. В этом случае А-фаза четвертой волны составляет примерно 20 лет, а В-фаза – 16. Если же отсчитывать А-фазу пятой волны с 1991 г. (как показано в Табл. П2.7), следует дополнительно объяснять ее малую длительность, примерно в 15–16 лет. Раньше такой короткой А-фазы К-волны не было.

**Табл. П2.7.** Средние темпы роста мирового ВВП (%%) во время восходящих и нисходящих фаз кондратьевских волн, 1871–2007 гг. (вариант 2)

Порядковый номер кондратьевской волны	Фаза	Годы	Средние годовые темпы роста мирового ВВП (%%) в соответствующие годы
II	Конец восходящей фазы	1871–1875	2,09
II	Нисходящая фаза	1876–1894	1,68
III	Восходящая фаза	1895–1913	2,57
III	Нисходящая фаза	1914–1946	1,50
IV	Восходящая фаза	1947–1973	4,84
IV	Нисходящая фаза	1974–1991	3,05
V	Восходящая фаза	1992–2007	3,49

Источник: Коротаев, Гринин 2012: 80 (Табл. 3).

**Рис. П2.4.** Средние годовые темпы роста мирового ВВП (%%) во время восходящих и нисходящих фаз кондратьевских волн, 1871–2007 гг. (вариант 2)

Источник: Коротаев, Гринин 2012: 81 (Рис. 16).

**Изменение дефляционно-инфляционного тренда К-волн.** Другой особенностью стало изменение характеристики самих К-волн. Если до этого их понижительные фазы (равно как и кризисно-депрессивные фазы среднесрочных циклов) характеризовались дефляционной тенденцией, то в 1970-е гг. возникло новое явление, получившее название стагфляции, то есть роста, а не снижения цен на фоне рецессии. Это еще более усложнило хронологию четвертой К-волны, так как продолжающаяся инфляция делала формально правильным отнесение периода 1970-х гг. к А-фазе (см., например: Berry, Dean 2012: fig. 2). Причина того, что рецессия не привела к стабилизации или снижению цен, заключалась, во-первых, в резком скачке цен на энергоносители и сырье, что реально затрудняло возможность дефляции, во-вторых, в отказе от золотого стандарта. Однако с точки зрения теории принципов производства причины лежат глубже. Научно-кибернетический принцип производства в отличие от промышленного, во-первых, все заметнее основывается не на свободной



игре рыночных сил, а на активном регулировании экономики в целом и денежных агрегатов в частности. Естественно, золотой стандарт мешает этому. Во-вторых, научно-кибернетический принцип производства основан на том, что создаются в большинстве своем уже не товары, а услуги, свидетельство чему – опережающий рост сектора услуг (см. Табл. П2.1). Быстрый рост сектора финансовых услуг, отмеченный в работах К. Кларка, А. Фишера (Clark 1957; Fisher 1939) и других исследователей еще до Второй мировой войны, означал не что иное, как возможность уменьшить циклические процессы в экономике, расширить емкость спроса. В самом деле, что означает в массовом масштабе предложение финансовых услуг? В первую очередь это расширение кредита в массовых масштабах, то есть предоставление почти любому индивиду возможности приобрести кредитные инструменты и продукты. Далее уже в А-фазе пятой К-волны процессы развития финансовых услуг перешли в процесс так называемой финансовой революции, основанной на компьютерных технологиях и свободном передвижении капитала. Таким образом, с ростом сектора финансовых услуг денежное обращение уже стало развиваться по иным, чем раньше, траекториям и законам, соответственно и процессы дефляции в чистом виде стали проявляться все реже.

Однако современные процессы дефляции, которые начались в понижательной В-фазе пятой волны (примерно с 2013 г. и продолжаются в современный период [см.: Гринин, Коротаев 2014а; 2015б]) показали, что выявленные Н. Д. Кондратьевым и его предшественниками тенденции снижения цен на понижательных фазах длинных волн все еще продолжают действовать, хотя указанные выше финансовые технологии существенно препятствуют их действиям. Действительно, всякого рода количественные смягчения, нулевые и отрицательные процентные ставки и т. п. длительное время препятствовали сдуванию ценовых «пузырей» и снижению цен. Но тем не менее дефляционные тенденции преодолевают даже эти невиданные ранее способы увеличения денежной массы в экономике.

## **4.2. Пятая К-волна**

### **4.2.1. Второй этап научно-кибернетического принципа производства и мир-системное распространение инноваций**

Метод исследования, применяемый в настоящем приложении, основан на том, что особенности протекания К-волн в существенной мере зависят от особенностей соответствующих периоду ее разворачивания этапов принципа производства. В частности, мы установили, что грандиозные катаклизмы, свойственные В-фазе третьей К-волны (1914/29–1947 гг.), были связаны с трудностями, характерными для перехода к новому – научно-кибернетическому – принципу производства. А более высокие темпы роста ВВП на А-фазе четвертой К-волны (1947–1973) – с более плотным наложением волн инноваций, что объяснялось совмещением по времени с началом научно-информационной фазы революции. Немало аналитиков считают, что с 1970-х гг. происходит эмпирически наблюдаемое замедление научно-технического прогресса (см., например: Denison 1985; Eichengreen 2007; Maddison 2007; Чернов 2006; Абель, Бернанке 2008: 282–289; Мельянцев 2009: 17–50; Коротаев и др. 2010: 51). Если это так, то начало данного замедления пришлось на понижательную В-фазу четвертой К-волны (1968/1973–1983/91 гг.), и оно может быть объяснено дополнительно особенностями начальной – научно-информационной – фазы кибернетической революции, в рамках которой мы установили две волны инноваций (см. выше). При этом вторая из них, по-видимому, была менее мощной, чем первая. Вторая из этих волн сократила длительность понижательной В-фазы четвертой К-волны,

а толчок, данный указанным витком инноваций, стал основой для повышательной фазы пятой К-волны. Но все же ее силы было недостаточно, чтобы вызвать столь же высокие темпы роста, что и в предшествующие 1950–1960-е гг. Это понятно, поскольку для начала данной фазы кибернетической революции потребовалась более мощная концентрация инноваций, копившихся с 1920-х гг., чем для ее продолжения. Обратим внимание также на то, что 1990-е гг. – время А-фазы пятой К-волны – это уже не первый, а второй этап научно-кибернетического принципа производства, продолжающийся и сегодня. Рост на этом этапе происходит прежде всего за счет расширения инноваций и перехода прежних секторов в страны периферии. Но передвижение вектора развития в сторону расширения зоны внедрения инноваций снижает темпы создания базисных инноваций (см. ниже).

Каковы особенности протекания пятой К-волны? Можно отметить следующие:

1) меньшая сила подъема, меньшие темпы роста ВВП по сравнению с А-фазой четвертой волны, хотя и более высокие по сравнению с третьей волной (см. Рис. П2.3 и П2.4);

2) слабые темпы роста в центре Мир-Системы (ниже общемировых) и динамика их снижения, и, напротив, высокие темпы роста на полупериферии и периферии (выше общемировых) с динамикой их повышения<sup>58</sup>. Это говорит о том, что неизбежна реструктуризация Мир-Системы (подобная ситуация была характерна для А-фазы третьей К-волны, которая завершилась мировой войной, но в данном случае война, разумеется, должна быть исключена);

3) очень высокая роль финансовой составляющей роста (мы рассматривали этот момент выше и в связи со сменой технологических укладов), такая ситуация прежде не наблюдалась в К-волнах;

4) очень сильный переломный кризис между фазами.

Эти особенности в значительной мере могут быть объяснены спецификой второго этапа научно-кибернетического принципа производства (1995–2030/2040 гг.). Второй этап принципа производства делает новый принцип производства ведущим, широко распространяет его в Мир-Системе, сводит его отдельные сектора и направления в гораздо более широкую систему, активно совершенствует и делает его инновации широко применимыми на практике и т. п. Таким образом, это модернизационная фаза производственной революции, которая создает мощные изменения в структуре Мир-Системы. Соответственно инновации распространяются в Мир-Системе очень широко, модельный ряд новых вещей невероятно расширяется. В то же время глубина инноваций меньше, чем в предшествующий период.

Для широкого распространения инноваций и вовлечения новых регионов в научно-кибернетический принцип производства слишком большое различие в уровнях развития становится препятствием. Вот почему *на втором этапе принципа производства происходит некоторое выравнивание уровней развития прежде значительно различающихся по экономическим показателям регионов*. Это является причиной менее высоких темпов роста, чем в предшествующей волне, так как широта распространения инноваций не заменяет плотности их скопления. В то же время широта распространения инноваций объясняет более высокие темпы роста периферии, равно как и перетекание туда производств, характерных для предшествующих укладов К-волн.

<sup>58</sup> В первом десятилетии XXI в. резко обозначилось отставание развитых стран по темпам прироста ВВП от мирового показателя. Если в 1991–2000 гг. среднегодовой темп прироста ВВП передовых стран составил 2,8 % против мирового – 3,1 %, то есть отставание составило 0,3 %, то в 2001–2008 гг. показатель развитых стран снизился до 2,1 %, а мирового – повысился до 3,9 %. Разница увеличилась до 1,8 % (World... 2009: 169).

Что касается роста финансовой составляющей экономики, то, помимо общего роста сферы квалифицированных, в том числе финансовых, услуг, нужно еще отметить увеличение объемов и скорости финансовых потоков в мире как инструмента глобализации и выравнивания уровней развития. Деньги – великий демократизатор (а демократия основывается на базисе равенства в определенных отношениях). Выравнивание уровней будет активно продолжаться на протяжении всего второго этапа научно-кибернетического принципа производства, захватывая новые сферы, и продолжится на третьем этапе.

Широкое распространение инноваций, рост образования и культуры уже привели и далее в еще большей степени приведут к возникновению противоречия между быстро изменившимися производительными силами, с одной стороны, и во многом еще оставшимися неизменными политическими и социальными отношениями – с другой. Это противоречие будет наблюдаться на двух уровнях: страновом (особенно на периферии)<sup>59</sup> и глобальном, где требуются новые инструменты совместных решений.

Без серьезных перемен «подтягивание» политической составляющей к экономической не может произойти в полной мере<sup>60</sup>. Отсюда можно предполагать, что в течение ближайшего десятилетия (примерно до 2020–2025 гг.) темпы роста некоторых стран (таких как Китай, в меньшей степени Индия и др.) замедлятся (что уже сейчас видно по экономике ЮАР, России и особенно Бразилии), а внутренние проблемы усилятся. В то же время можно ждать ускорения развития многих африканских государств, стран Юго-Восточной Азии и АТР.

Как уже было сказано, на втором этапе научно-информационной революции рост продолжается в основном за счет расширения инноваций и перехода прежних секторов в страны периферии. Это поддерживало импульс А-фазы пятой К-волны, особенно на периферии, в течение почти двух десятилетий. Но в связи с указанной выше объективной необходимостью перестройки Мир-Системы и выравнивания уровней развития этот этап теперь разворачивается на понижательной В-фазе пятой К-волны. Теория К-волн говорит о том, что жюглярские кризисы, приходящиеся на перелом тенденции К-волны (то есть между повышательной и понижательной фазами К-волны), обычно весьма тяжелые и затяжные. Это объясняет длительность кризиса и депрессии 2008–2015 гг. и позволяет предполагать, что в ближайшие 10–15 лет экономический рост в целом в мире будет существенно меньше, чем в 2000-е гг. Сказанное выше об особенностях второго этапа научно-кибернетического принципа производства позволяет считать объяснение причин более глубоким, а прогноз более достоверным, поскольку затяжная депрессия (В-фаза пятой К-волны) придется на период «подтягивания» остальных сфер к экономике и *в целом потребуются большие перемены в организации Мир-Системы*. Отсюда политические и социальные проблемы в этот период могут быть более острыми, причем, вполне вероятно, в рамках более широких, чем рамки одной страны, как это проявилось в событиях «арабской весны».

<sup>59</sup> Яркий пример – события «арабской весны», но политические изменения назревают и во многих других странах, включая Китай.

<sup>60</sup> В аналогичный период XVII–XVIII вв. имели место революции нового типа (собственно социальные революции и появились в это время как форма решения назревших противоречий); появление колоний нового типа; в странах Дальнего Востока, напротив, начался процесс самоизоляции – особый процесс реакции на глобальные экономические изменения. В странах Северной и Северо-Восточной Европы имели место процессы усиления крепостничества (как и по всей Европе) и формирования жестких сословий с четко прописанными правами. Формируется в полном виде сначала тип развитого, а позже и зрелого государства (см.: Гринин 2009а). Все это способы трансформации политической и социальной сферы, но магистральным оказался путь политической демократизации.

#### 4.2.2. Пятая К-волна и задержка новой волны инноваций

Ожидалось, что 1990-е и 2000-е гг. принесут новую радикальную волну инноваций, сравнимых по революционности с появлением компьютерных технологий и способных создать новый технологический уклад. В качестве прорывных назывались именно те направления, которые уже обозначались и которые, как предполагают, некоторые исследователи, например С. Ю. Глазьев (2009), станут основой для новой – шестой К-волны (то есть бионанотехнологии; о наших взглядах на шестой технологический уклад см. Табл. П2.3, а также ниже). Однако основой для пятой волны стали развитие и диверсификация уже созданных цифровых электронных технологий (см. Табл. П2.2) и бурное развитие финансовых технологий. Те инновации, которые реально сформировались в течение пятой К-волны, как, например, технологии «зеленой» и низкоуглеродной энергетики, пока занимают в общей энергетике малую долю. И, как мы говорили в *Главе 11*, стать реальным и серьезным ее дополнением (подобно атомной энергетике) – пожалуй, максимум возможного для них. Что касается так называемой сланцевой революции, связанной с добычей сланцевого газа и нефти, то уже очевидно, что она имела успех только в США, но низкие цены на энергоносители поставили предел ее развитию и там. В любом случае, даже при ее возрождении в случае нового скачка цен на нефть она не сможет стать основой для нового уклада.

Такая задержка наступления нового технологического уклада и технико-экономической парадигмы в принципе противоречит теориям технологических укладов, предполагающим, что каждая К-волна несет новый уклад.

Эта задержка объяснялась по-разному, но в целом не получила достаточного теоретического объяснения<sup>61</sup>. Однако сказанное выше об особенностях модернизационной фазы кибернетической революции (в частности, о необходимости «подтягивания» политической составляющей мира к экономической) может лучше объяснить *причины задержки внедрения нового поколения инноваций*. Сначала еще раз напомним, что модернизационная фаза по своей функциональной природе менее инновационна, поскольку прежде всего в ее ходе широко распространяются и улучшаются созданные ранее инновации, следовательно, в результате в это время идет «подтягивание» периферии к центру, а также происходят необходимые изменения в структуре общества. В указанной задержке, таким образом, нет ничего удивительного. Во-первых, центр не может бесконечно опережать в развитии периферию, то есть разрыв между развитыми и развивающимися странами не мог все время усиливаться (см. подробнее: Гринин 2013а; Grinin, Korotayev 2015а). Во-вторых, экономика не может постоянно опережать политическую и иные составляющие, иначе возникают очень сильные диспропорции и деформации. А внедрение новых технологий широкого применения, безусловно, ускорило бы развитие экономики и усилило диспропорции. В-третьих, внедрение и распространение новых базисных технологий происходит не само собой, а только в соответствующей социально-политической среде. Мы уже неоднократно указывали на это (см.: Гринин 2010б; Гринин, Коротаев 2009а; 2012). Много внимания данному аспекту в своей работе уделила К. Перес (2011), кстати, одна из немногих, если не единственная из западных экономистов, кто развивает эту важную тему. Чтобы базисные инновации по-

<sup>61</sup> Например, академик В. М. Полтерович в своем объяснении гипотезы об «инновационной паузе», которая, по его мнению, стала главной причиной кризиса 2008 г., считает, что появление новых технологий широкого применения (ТШП, понятие, достаточно близкое к понятию технологических укладов) не имеет закономерностей. По его мнению, появление ТШП случайно; если они возникают достаточно часто, мы наблюдаем неуклонный рост; если появление новой ТШП задерживается, может наступить кризис (Полтерович 2009).

явились в подходящих для бизнеса формах, помимо всего прочего нужны структурные перемены в политической и социальной сферах, что в конечном счете даст импульс для их синергии и широкого «запуска» в бизнесе. В-четвертых, арена современных изменений стала глобальной, соответственно политические, социальные и иные изменения, необходимые для «подтягивания», также имеют регионально-глобальный характер. На понижительных фазах К-волн всегда должны происходить довольно серьезные изменения в разных областях жизни (см.: Гринин 2010б; Гринин, Коротаев 2009а; 2012; Коротаев, Гринин 2012), однако именно на этой – модернизационной – фазе кибернетической революции должны произойти особенно значимые трансформации. Соответственно для них требуются и большие усилия.

Таким образом, задержку обуславливает сложность изменения политических и социальных институтов в региональном и даже глобальном масштабах, а также (и, возможно, в первую очередь) в международных экономических институтах. Последние могут измениться только при сильной политической воле главных игроков, а ее затруднительно проявить в условиях современных политических институтов. И они могут измениться, скорее всего, именно в условиях кризисно-депрессивного развития, вынуждающего к реорганизации и ломке устоявшихся институтов, совершить которую в обычных условиях нет ни смелости, ни возможности.

Задержка новой волны инноваций – собственно, другая сторона идеи о замедлении научно-технического прогресса<sup>62</sup>. Как мы уже говорили, такое замедление, в-первых, не есть собственно замедление, а только некоторая коррекция, поскольку 1950–1970-е гг. были периодом не обычного, а ускоренного научно-технического развития, связанного с начальной фазой новой производственной революции. Подобный темп мы, вероятно, сможем наблюдать теперь в период завершающей фазы кибернетической революции (в 2030–2060-е гг.). Во-вторых, замедление есть обратная сторона широты распространения.

И это еще один момент, который лучше объясняется указанными особенностями текущей фазы кибернетической революции. *Это причины разницы в темпах развития центра и периферии Мир-Системы в период пятой К-волны.* Периферия должна была «подтянуться» к центру, что было достигнуто в 1990–2000-е гг. Однако постоянного бескризисного развития периферии также не стоит ждать, просто кризис наступит позже и, вероятно, в других формах. Без торможения периферии и серьезных перемен в ней общего «подтягивания» политической составляющей к экономической в полной мере не произойдет. Отсюда можно предполагать, что в ближайшее десятилетие (примерно до 2020–2025 гг.) темпы роста периферийных стран также могут замедлиться, а внутренние проблемы усилятся. В известной мере это может оказаться явлением, которое активизирует западные страны, и не исключено, что это внесет даже какие-то существенные изменения в международные экономические отношения (см.: Гринин 2016). Также это может способствовать активизации (в качестве контрмеры против рецессии) в периферийных странах финансовых технологий и в целом инноваций в эти технологии в связи с уменьшением выгодных мест приложения капитала. Возврат к некоторой психологии экономии также может иметь место.

---

<sup>62</sup> Справедливости ради надо отметить, что видимость замедления создается еще и тем, что очень важные инновации переносятся в иные сферы, чем техническая технология: в торговые, финансовые, информационные и иные прикладные технологии.

### 4.3. Шестая К-волна

Шестая К-волна пока является лишь предположением, поэтому даны еще более условные датировки, чем для четвертой и пятой волн. Следует иметь в виду, что во всех датировках должна предполагаться вилка в 5–10 или даже более лет. Так, мы сегодня полагаем, что В-фаза пятой волны завершится в 2020-е гг., однако она вполне может затянуться до 2030-х гг. (25–30 лет – нормальная длительность одной фазы), тем более с учетом сказанного о необходимости «подтягивания» политической составляющей мира. Политические события еще менее предсказуемы, чем экономические. Одно ясно: чем дольше затянется депрессивный период, начавшийся с современного кризиса, тем радикальнее могут быть изменения в попытках из него выйти.

Депрессивность периода 2010 – начала 2020-х г. вовсе не означает, что здесь будет сплошная депрессия без подъемов. Подъемы будут, но, видимо, не столь мощные и длительные, как в 1990-е и начале 2000-х г., а периоды депрессий окажутся длиннее, чем раньше<sup>63</sup>. Вспомним, что ужасный обвал в ряде стран, включая Россию, в 1997 и 1998 гг., который, казалось, должен был отбросить их далеко назад, неожиданно быстро сменился подъемом. Это эффект повышательной фазы К-волны. На понижательной фазе выход на подъем осуществляется тяжелее.

#### 4.3.1. Научно-кибернетический принцип производства и К-волны: соотношение

Выше мы рассмотрели четвертую и пятую волны в их соотношении с первым и вторым этапами научно-кибернетического принципа производства. Шестая волна в основном будет соответствовать третьему его этапу. Таким образом, трем этапам научно-кибернетического принципа производства соответствуют три К-волны (4–6), что наглядно видно также из Табл. П2.8. Соответствие здесь даже выше, чем у первых трех К-волн с промышленным принципом производства, за счет сокращения длительности этапов научно-кибернетического принципа производства.

**Табл. П2.8.** Научно-кибернетический принцип производства (первые этапы) и кондратьевские волны

Этапы научно-кибернетического принципа производства	Первый этап 1955–1995 гг. ≈ 40 лет	Второй этап 1995– 2030-е/40-е гг. ≈ 35–50 лет	Третий этап 2030-е/40-е, 2055/70-е гг. ≈ 25–40 лет	Итого: ≈ 100– 120 лет
1	2	3	4	5
К-волны и их фазы	Четвертая волна, 1947–1982/ 1991 гг. ≈ 35–45 лет	Пятая волна, 1982/1991– 2020-е гг. Начало повышательной фазы шестой волны (2020– 2050-е гг.) ≈ 30–40 лет	Шестая волна, 2020–2060/70-е гг. Завершение повышательной фазы и понижательная фаза (2050–2060/ 70-е гг.) ≈ 40–50 лет	Около 110– 120 лет
К-волны и их фазы	Повышательная фаза, 1947– 1969/1974 гг.	Понижательная фаза пятой волны, 2007– 2020-е гг.		

<sup>63</sup> Собственно, некоторый, хотя и вялый подъем наблюдается в США с 2010 г., в Европе с 2012 г. В Китае и Индии наблюдается довольно сильный рост (правда, с заметными колебаниями от года к году) все это время, а в России и Бразилии подъем 2010–2013 гг. сменился рецессией, связанной с падением цен на сырье и топливо.

Окончание Табл. П2.8

1	2	3	4	5
К-волны и их фазы	Понижительная фаза, 1969/1974–1982/1991 гг.	Повышательная фаза шестой волны, 2020–2050-е гг.		
К-волны и их фазы	Пятая волна, 1982/1991–2020-е гг. Повышательная фаза, 1982/1991–2007 гг.			

#### 4.3.2. Прогнозы. А-фаза шестой волны: разгон для вхождения в завершающую фазу кибернетической революции

*Общее соотношение шестой К-волны и кибернетической революции.* Мы предполагаем, что шестая кондратьевская волна в 2030–2040-х гг. сольется с завершающей фазой кибернетической революции (которую мы назвали фазой самоуправляемых систем). Напомним, что этот период будет характеризоваться прорывом в медицинских технологиях, которые смогут объединить вокруг себя множество других технологий и в целом составят комплекс МАНБРИК-технологий (медико-аддитивных нано-био-робото-инфо-когнитивных технологий)<sup>64</sup>.

**Роль медицины в шестом технологическом укладе.** Но начало завершающей фазы кибернетической революции и центральная часть шестой кондратьевской волны будут связаны с всплеском инноваций в медицине (и смежных с ней областей).

Отметим, что о медицине как ведущей технологии шестой кондратьевской волны уже давно пишет Л. Нефедов (Nefiodow 1996; Nefiodow L., Nefiodow S. 2014a; 2014b). В целом мы поддерживаем его подходы (в том числе и идеи о медицине нового типа, о том, что комплекс здоровья шире, чем медицина), но важно указать, что Нефедов считает именно биотехнологии интегральным звеном нового уклада (связанного со здоровьем, куда он относит не только физическое и психическое, но и, так сказать, моральное здоровье). Однако нам представляется, что главная роль биотехнологий будет определяться прежде всего возможностью решения с их помощью важнейших задач медицины в широком смысле слова, что они должны стать составной частью новых медицинских направлений (в виде уже складывающейся биомедицины или т. п.). Вот почему имеет смысл говорить именно о медицине как центральном звене нового уклада. Кроме того, Л. Нефедов занижает роль нанотехнологии, считая, что она будет иметь небольшой объем и в ней будет занято сравнительно немного людей, поэтому нанотехнология не сможет быть ведущей в новом технологическом укладе шестой кон-

<sup>64</sup> Напомним, что порядок букв в данной аббревиатуре не отражает наши представления о сравнительной важности направлений этого комплекса (понятно, что биотехнологии будут важнее аддитивных, то есть 3D-принтеров, и даже важнее нанотехнологий). Порядок букв в аббревиатуре связан с удобством произношения. А наши предположения о важности тех или иных областей данного комплекса в значительной мере отражены в структуре глав этой книги.

дратьевской волны. Мы полагаем, что роль нанотехнологий будет очень велика, возможно, не столько сама по себе, сколько в плане развития биотехнологий и медицины (предполагается также, что они могут радикально помочь в борьбе с онкологией). Трудно согласиться с мнением Нефедова, что вторым ведущим укладом будет психосоциальное здоровье (psychosocial health), под которым он понимает не только психотерапию, психологию и психиатрическую службу (psychotherapeutic, psychological and psychiatric services), но и очень широкий комплекс социального оздоровления, способный уменьшить в его терминологии социальную энтропию (social entropy). Проблемы этой социальной энтропии, на которые он указывает (коррупция, увеличение количества мелких и крупных преступлений, наркомания, потеря нравственных ориентиров, разводы, рост насилия и т. д. и т. п.), всегда присутствовали в обществе, многие из них даже в большей степени, чем сегодня. Социальные изменения действительно могут быть исключительно важны для создания стартовых условий длительного подъема и его удержания (см. также: Grinin, Korotayev 2014a). Однако ведущей силой повышательных фаз кондратьевских волн выступают производственные и/или коммерческие технологии.

**Временной лаг между началом шестой кондратьевской волны и завершающей фазой кибернетической революции.** Шестая К-волна, вероятно, начнется приблизительно в 2020-х гг. Между тем завершающая фаза кибернетической революции должна начаться несколько позже, по крайней мере, в 2030–2040-е гг. Таким образом, нам представляется, что и к 2020-м гг. новый технологический уклад еще не сформируется в необходимом виде (условно говоря, инновационная пауза затянется). Впрочем, следует иметь в виду, что начало повышательной фазы К-волны никогда не происходит в прямой связи с новыми технологиями. Это начало синхронизируется с началом подъема в среднесрочном экономическом цикле. А в нем подъем происходит в результате выравнивания пропорций в экономике, накопления ресурсов и того или иного толчка, улучшающего спрос и конъюнктуру. Вспомним, что начало второй К-волны связывается с открытиями золотых месторождений в Калифорнии и Австралии, третьей волны – с ростом цен на пшеницу, четвертой – с послевоенным восстановлением, пятой – с реформами экономики в Англии и США. А уже далее при начавшемся разгоне наличие нового технологического уклада, не реализовавшего или не полностью реализовавшего свой потенциал (с учетом того, что общественные отношения в понижательной фазе К-волны существенно обновились), позволяет легче преодолевать циклические кризисы и продолжать подъем.

Таким образом, толчком для повышательного импульса шестой К-волны также станут те или иные конъюнктурные события. А первичным импульсом может стать, например, быстрый рост в слаборазвитых или недостаточно растущих регионах мира (сегодня такими являются Тропическая Африка, исламский Восток, большая часть Латинской Америки) или новые финансово-организационные технологии. Естественно, появятся и какие-либо технико-технологические инновации, однако они еще не составят нового уклада. Кроме того, нам кажется, что финансовые технологии еще далеко не завершили свою экспансию в мире. Если их удастся каким-либо образом модифицировать и обезопасить, то они смогут более



широко внедриться в различные регионы, использующие их сегодня лишь в небольшой степени. Нельзя забывать, что применение таких технологий в достаточно широком масштабе требует существенных перемен в правовой и иных системах, что совершенно необходимо для выравнивания уровней развития в мире. Большой потенциал остается еще у информационных технологий, особенно в связи с тем, что к Интернету во все большем масштабе начинают подключаться не только компьютеры, планшеты и телефоны, но и различные другие устройства, включая медицинские, производственные и прочие, причем предполагается многократный рост таких вещей – пользователей Интернета.

Так или иначе, с учетом задержки новой генерации технологий не исключено, что период 2020-х гг. может оказаться похожим на десятилетие 1980-х гг. (см. Рис. П2.3 и П2.4). Иными словами, это будет уже не спад темпов роста, но и не их подъем, а только в среднем небольшое ускорение (сочетающее более сильное развитие в одних регионах и продолжение депрессии в других).

Далее – при благоприятных вышеуказанных условиях – в ходе этой волны начнется завершающая – самоуправляемых систем – фаза кибернетической революции. В такой ситуации можно предположить, что сила и длительность А-фазы шестой К-волны (2020–2050-е гг.) будет существенно больше А-фазы пятой К-волны (1990–2000) за счет более плотного совмещения генераций технологий. А поскольку кибернетическая революция будет продолжаться и далее, вероятно, что и понижающаяся В-фаза шестой К-волны (2050–2060/70-е гг.) будет не столь депрессивной, как третьей или пятой. В целом в течение этой К-волны (2020–2060/70-е гг.) кибернетическая революция завершится, а научно-кибернетический принцип производства подойдет к этапу зрелости либо уже вступит в него.

#### **4.3.3. Другой вариант развития событий**

Завершающая фаза (самоуправляемых систем) кибернетической революции может начаться позже – не в 2030-е, а в 2040-е гг. (см. Табл. П2.3). В этом случае А-фаза шестой волны может закончиться до начала эпохи самоуправляемых систем, следовательно, она не будет основываться на радикально новых технологиях и не станет столь мощной, как предполагается в предыдущем варианте. Завершающая фаза кибернетической революции в этом случае придется на В-фазу шестой волны (подобно тому как это случилось с нулевой волной в период промышленного переворота 1760–1787 гг.) и на А-фазу седьмой волны. В-фаза шестой волны должна быть достаточно короткой в связи с появлением новой генерации технологий, а А-фаза седьмой волны – достаточно длинной и мощной.

#### **4.3.4. Прогнозы: завершение кибернетической революции и исчезновение К-волн**

Шестая К-волна (примерно 2020–2060/70-е гг.), подобно первой, будет протекать в основном в период завершения производственной революции. Однако здесь имеется важное отличие. Во время первой К-волны длительность одного этапа промышленного принципа производства существенно превышала длительность целой К-волны. Теперь же одна фаза К-волны будет превышать по длительности один этап принципа производства. Уже одно это должно внести существенные модификации в протекание шестой К-волны. Кроме того, это может означать, что она будет последней достаточно ясно выраженной волной, а седьмая волна примет иные, гораздо менее выраженные очертания либо вовсе не состоится (о возможности иного ва-

рианта см. выше). Такой прогноз основывается также на том, что завершение научно-кибернетической революции и распространение ее результатов приведет к существенно возросшей интегрированности Мир-Системы и значительно усилившемуся влиянию новых общемировых механизмов регулирования. Это вполне логично, учитывая, что грядущая завершающая фаза революции будет связана с самоуправляемыми системами<sup>65</sup>. Таким образом, и управление экономикой должно подняться на новый уровень. *Значит, К-волны появляются на определенном этапе социальной эволюции и, по-видимому, должны исчезнуть на определенном ее этапе.*

## Итоги

Итак, применение компаративистского метода позволило нам уточнить некоторые важные аспекты теории К-волн. Мы могли убедиться, что соотношение между этапами принципов производства и К-волнами весьма значимое: в среднем одной волне по длительности соответствует один этап принципа производства. *В целом за триста лет, начиная с 1760-х гг. и заканчивая 2060-ми гг., шести с половиной этапам промышленного и научно-кибернетического принципа производства соответствует шесть с половиной К-волн*, хотя при этом на некоторые этапы приходится полторы волны, а на некоторые – только полволны.

Функциональные особенности этапов принципа производства во многом определяют и длительность каждого из них. А все вместе: характер самого принципа производства, функционал и длительность отдельных его этапов – значимо влияет на особенности протекания К-волн и их фаз. Соответственно использование теории принципа производства и производственной революции углубляет понимание длинноволновой динамики и позволяет прогнозировать особенности грядущих К-волн и их фаз.

Приводим таблицу, кратко показывающую особенности К-волн и дающую их объяснение, вытекающее из теории принципов производства.

**Табл. П2.9.** Особенности К-волн и их фаз, которые лучше объясняются теорией принципов производства и производственных революций, чем теорией К-волн

Номер волны и фаза	Особенность, не вытекающая из теории К-волн	Объяснение с помощью теории принципов производства и производственных революций
1	2	3
Нулевая, В-фаза (1760–1787 гг.)	Непонятна причина зарождения К-волн именно в этот период <sup>66</sup>	Это период финальной фазы промышленной революции, в результате чего промышленные производительные силы приобретают стабильный импульс к инновациям и расширенному воспроизводству, что ведет к цикличности нового типа

<sup>65</sup> Видимо, можно говорить о распространении контрольно-технологической парадигмы в экономике. Уже понижающаяся фаза шестой К-волны будет по этой причине существенно иной, не столько экономически драматичной, сколько более контролируемой из-за инноваций, связанных с ростом возможностей управления, которые появятся в течение 2030–2060-х гг.

<sup>66</sup> Относится также и к первой волне, но в данной таблице на это указывается во избежание повторов.

Продолжение Табл. П2.9

1	2	3
Первая, А-фаза (1787–1830 гг.)	Неясна причина столь близкого по времени появления длинных К-волн и среднесрочных J-циклов и их генетическая связь	Различные формы цикличности были связаны с ограничениями, встающими на пути расширения производства, и стремлением к их преодолению. Общее свойство такого развития – смена ускорения и торможения, вызываемого ограничениями для экономической экспансии. К-волны могли полноценно реализоваться только через среднесрочные циклы
Первая, В-фаза (1817–1847 гг.)	1) Противоречие между очень быстрым ростом производительности труда в промышленности и депрессивностью периода. 2) Краткосрочность циклических кризисов, не соответствующая обычно В-фазам К-волн. 3) Особая жесткость смены технологических укладов	Эта фаза пришлась на конец третьего – начало четвертого этапа промышленного принципа производства. По сути, промышленная революция еще продолжалась. Это обеспечило дополнительную силу подъема и быстрый рост производительности. В условиях утверждения зрелых форм принципа производства смена технологий была стремительной, при этом отсутствовали социальные инструменты смягчения перехода
Вторая (1847–1895 гг.). Сравнение А-фазы (1847–1873 гг.) и В-фазы (1873–1895 гг.)	Темпы роста мирового ВВП на повышательной А-фазе были ниже, чем на понижательной В-фазе, что противоречит теории К-волн	Это период четвертого этапа (зрелости и экспансии) промышленного принципа производства. Однако на А-фазе второй К-волны важнейшие регионы мира не были вовлечены в орбиту промышленного принципа производства, в то время как основное расширение зоны действия промышленного принципа производства пришлось на В-фазу. За счет роста объемов вовлеченных в новый принцип производства регионов темпы мирового ВВП оказались выше
Третья, А-фаза (1895–1929 гг.)	Ускорение темпов роста ВВП (по сравнению с А-фазой второй волны) не только в мире, но и в странах Запада	Пятый этап промышленного принципа производства короче предшествующих (возрастает скорость перемен), зона и глубина его распространения резко увеличились, сложность (уровневость) экономики существенно возросла

Продолжение Табл. П2.9

1	2	3
Третья, В-фаза (1929–1947 гг.)	1) Не объясняемая теорией К-волн глубина депрессии и сила катаклизмов, тогда как согласно этой теории большее количество социально-политических потрясений должно быть в А-фазе, а не в В-фазе. Однако и А-фаза была очень бурной. 2) Особо мощный кластер инноваций в этой фазе	Подготовка к переходу к новому (научно-кибернетическому) принципу производства неизбежно вызывает системный кризис в конце текущего (промышленного) принципа производства (в конце его пятого и на шестом этапе), так как для перехода необходимы глубокие структурные перестройки общества. Период перехода к новому принципу производства особенно богат на инновации, так как необходим задел для начала новой производственной революции
Четвертая, А-фаза (1947–1973 гг.)	Необычайно высокие темпы роста мирового ВВП, не имевшие места ранее	Начало научно-информационной фазы кибернетической революции создало повышенную плотность инноваций, что обеспечило более высокие темпы роста
Четвертая, В-фаза (1973–1982 гг.)	1) Очень короткая В-фаза и нейтральный период 1980-х гг. (его можно отнести к концу четвертой или началу пятой волны), когда темпы роста ВВП стабилизировались. 2) Изменение дефляционно-инфляционного тренда К-волн, в этой В-фазе вместо дефляции в период депрессии проявилась инфляционная динамика, характерная для А-фаз	Сила импульса научно-информационной фазы революции была столь высока, что позволила резко сократить депрессивную фазу, стабилизировав темпы роста в 1980-х гг. Вместе с переходом к научно-кибернетическому принципу производства сменились характеристики экономики: повысилась роль финансовых услуг, регуляция денежных агрегатов со стороны государства, резко выросла роль кредита для населения, что уменьшило дефляционные процессы (ранее проявлявшиеся на базе золотого стандарта)
Пятая, А-фаза (1982–2007 гг.)	1) Меньшие темпы роста ВВП по сравнению с А-фазой четвертой волны. 2) Слабые темпы роста в центре Мир-Системы и, напротив, высокие на периферии. 3) Задержка нового поколения базисных технологий	В период второго (распространения и модернизации) этапа научно-кибернетического принципа производства не создаются новые поколения инноваций, поскольку главные векторы развития – улучшение уже сделанных инноваций, «подтягивание» уровней периферии к центру, распространение инноваций на максимальное количество территорий. Поэтому общие темпы роста замедляются, а также происходит некоторое выравнивание уровней развития прежде сильно различающихся по экономическим показателям регионов. Выравнивание приводит к более высоким темпам роста периферии и более низким – центра

Окончание Табл. П2.9

1	2	3
Пятая, В-фаза (2007–2020-е гг.)	Очень тяжелый рубежный кризис 2008–2012 гг., но при этом развитие в центре идет гораздо труднее, чем на периферии	Необходимость «подтягивания» периферии к центру на втором этапе научно-кибернетического принципа производства для выравнивания уровней развития; необходимость «подтягивания» политической составляющей развития к экономической
Шестая (2020–2060-е гг.)	А-фаза окажется существенно более мощной, чем А-фаза пятой К-волны, а В-фаза – менее депрессивной и короткой. Если финальная фаза кибернетической революции задержится, А-фаза шестой волны будет менее мощной, но должна проявить себя седьмая К-волна	В процессе развития этой волны начнется финальная фаза кибернетической революции, плотность инноваций вырастет и будет оставаться такой достаточно долго, отсюда А-фаза будет более мощной, а В-фаза (подобно В-фазе первой волны) – менее депрессивной

## Приложение 3

### Угрожает ли людям киборгизация?

Помощь людям, лишенным нормальной работы каких-то внутренних органов, органов чувств или частей тела, является одним из наиболее значимых достижений медицины. Никогда еще людям с ограниченными возможностями не уделялось столько внимания, и благодаря этому они могут в значительной степени компенсировать свои недостатки. По-видимому, впереди еще гораздо большие достижения. Как уже говорилось ранее, один из путей трансплантологии – использование искусственных органов, однако идет также активное совершенствование протезов конечностей и других частей тела. Созданы установки, позволяющие парализованным больным говорить, писать (Moss, Cumbo 2012) и даже работать с компьютером, как, например, это делает известный ученый Стивен Хокинг. Совершенствуются микропротезы. Так, учеными Стэнфордского университета (США) была разработана искусственная роговица глаза. Столь значимое достижение стало возможным благодаря совместным исследованиям в области химии, нанотехнологий, биологии и медицины (что вообще характерно для сложных технологий кибернетической революции).

Все это обеспечит прорыв в области как искусственного создания материалов, существующих в природе, так и производства совершенно новых, что расширит внедрение в человеческий организм небиологических элементов. Таким образом, мы на полной скорости движемся по пути развития систем нового типа, которые будут иметь в качестве составных частей элементы разной природы: живой биологической и технической.

Однако нужно отдавать себе ясный отчет, что это фактически означает не только создание нового направления в медицине, но и прямое движение в направлении **киборгизации человека** и создания транскибернетических систем (то есть систем, органично совмещающих в себе характеристики элементов разной природы).

С одной стороны, нельзя не отметить, что неологизмы «киборгизация» (*cyborgization*) и «киборг» (*cyborg*) произошли от названия науки кибернетики (*Cybernetics*). Киборг, соответственно, означает «кибернетический организм», следовательно, эта тема имеет самое прямое отношение к кибернетической революции. Термин «киборг» означает существо, которое имеет как органическое, так и биомеханикоэлектронное начала. Данное понятие часто применяется для обозначения организма, который может функционировать или даже усилить свои возможности благодаря объединению в себе каких-то искусственных компонентов или технологий, основанных на обратных связях с его центром. А это уже вполне подходит к нашему понятию самоуправляемых систем<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Сам термин «киборг» был введен М. Е. Клайнсом и Н. С. Клайном в 1960 г. в связи с их концепцией расширения возможностей человека для выживания вне Земли. «Изменение функций человеческого организма, чтобы быть готовым к встрече с внеземными условиями, было бы более логичным, чем обеспечение земных условия для него в космосе... Искусственные организмы (*Artifact-organism systems*), которые бы расширили человеческие бессознательные, саморегулирующие способности, есть единственная возможность для этого», – писали они в аннотации к статье, выпущенной в самый пик экзальтации по

Очевидно, что многие из достижений медицины будут продвигать нашу цивилизацию к состоянию, когда все больше людей смогут жить не иначе как став частичными киборгами.

С другой стороны, это вызывает определенную и обоснованную тревогу. И мы (в отличие от ряда футурологов, как уже подчеркивалось во *Введении*) не считаем, что киборгизация – безусловное благо. Скорее это вынужденная необходимость, к которой нужно, однако, относиться с должной осторожностью. Частичная киборгизация, не затрагивающая самих основ человеческого, биологического бытия, – это направление прогресса. Стремление к полной киборгизации – опасная фантазия<sup>2</sup>.

В случае осторожной и взвешенной политики кибернетическая революция в указанном плане помощи людям, имеющим проблемы с функционированием тех или иных подсистем, может сделать более реальной возможность не просто долгой, но активной жизни. А это вряд ли осуществимо без значительной помощи ослабевшим в результате старости и других причин органам и частям тела. В конце концов, очки или контактные линзы, искусственные зубы и кости, слуховые аппараты, искусственные кровеносные сосуды и сердечные клапаны, а также многое другое позволяют жить и работать сотням миллионов людей, которые от этого не перестают быть людьми. То же самое справедливо и в отношении более сложных систем и функций. Однако мы полагаем, что всякого рода идеи относительно того, что когда-нибудь человеческое тело будет полностью заменено небιологическим материалом, а от человека останется только мозг или поддерживающие сознание органы, являются фантазиями чистой воды. И они никогда не исполнятся при любом развитии техники<sup>3</sup>.

Вот характерная цитата, странная логика которой удивляет, поскольку люди, пишущие это, кажется, не понимают разницы между технической и биологической формами материи. «И если бы наш мозг состоял из чипов, а не биологических молекул, то это и означало, что мы получили бессмертие. И тогда наше биологическое тело нам стало бы тяжким бременем. Оно мерзнет, страдает от жары, нуждается в одежде и уходе, легко повреждается. Куда удобнее иметь стальные руки и ноги, обладающие огромной силой, нечувствительные к холоду и жаре, которым не нужны пища и кислород. И даже если они и сломались, то не жалко, – купим и вставим новые, еще лучше и современнее. Может показаться, что у человека, получившего бессмертие, собственно говоря, в человеческом понимании, от человека ничего не осталось. Но у него осталось самое главное – его сознание, память, представления и привычки, то есть все то, что заложено в его мозгу. Внешне ему можно придать тот же человеческий и более изящный облик. Например, красивое молодое лицо, стройную фигуру, нежную атласную кожу и т. п. Более того, этот облик

---

поводу будущих возможностей освоения космоса (Clynes, Kline 1960: 26). Стоит отметить, что эти ранние идеи киборгизации Станислав Лем (1968) назвал пасквилем на эволюцию.

<sup>2</sup> Вот, например, цитата из указанного манифеста «Россия 2045»: «Мы считаем, что можно и нужно ликвидировать старение и даже смерть, преодолеть фундаментальные пределы физических и психических возможностей, заданные ограничениями биологического тела. <...> Новый человек получит огромный спектр возможностей, сможет легко переносить экстремальные внешние условия: высокие температуры, давление, радиацию, отсутствие кислорода и так далее». Непонятно, правда, зачем все это? При этом объявляется, что такие достижения «помогут человеку развиваться интеллектуально, нравственно, физически, психически и духовно» (Фрагмент... 2013). Только неясно, зачем сверхлюдям развиваться физически и психически, и как небιологические существа смогут развиваться психически и нравственно, тоже понять непросто.

<sup>3</sup> См. о некоторых таких фантазиях и наш анализ их во *Введении*. См. также: Рыбалкина 2005: 333 и др. Философский анализ таких идеологий см., например: Кутырев 2010; Хоружий 2008: 10–31; Катасонов 2015.

можно менять по желанию, в соответствии с модой, вкусом и представлениями о красоте самого индивидуума. Мы тратим гигантские средства на медицину. Если бы мы тратили хотя бы десятую часть этих денег на развитие электроники, то получили бессмертие уже в ближайшем будущем» (Болонкин 2000). На разных сайтах (см. *Введение*) сегодня можно легко найти сообщества людей, свято верящих в аватаров и прочий «прогресс». Р. Курцвейль нередко выступает как некий пророк такого бессмертия и «апологет грядущей киборгизации человечества» (см., например: Курцвейль 2003; Kurzweil 1999). При этом он, как это нередко бывает с очень одаренными людьми, сочетает в себе острый аналитический ум, умение увидеть очень важные тенденции со странными убеждениями, которые находятся в явном противоречии с очевидными научными истинами. Такими, например, что есть предел изменению биологической материи, что у живого существа во многом принципиально иные способы управления, чем у технических средств, что линейные экстраполяции работают только до определенной степени. И т. п. Также вполне можно согласиться с Ф. Фукуямой (2004) по поводу необоснованности прогнозов Г. Моравека [Moravec 1999] и Р. Курцвейля [Kurzweil 2002] о том, что машины, достигнув должного уровня сложности, получают и такие человеческие свойства, как сознание. Он верно замечает, что, во-первых, никто еще и близко не подошел к объяснению, как может случиться такое, чтобы машина могла получить биологические свойства (поскольку наши качества прежде всего имеют биологическую базу [см. также: Свааб 2014]). А во-вторых, еще далеко не понятно, почему эмоции начали существовать в биологии человека (и, добавим, еще ранее среди его предков).

Например, Курцвейль пишет, что в 2040-е гг. появится «гибрид биологического и электронного типов мышления, тесно сопряженных друг с другом. Вместо того чтобы ограничиваться всего лишь сотней триллионов соединений в нашем мозгу, как это имеет место сейчас, мы сможем значительно превзойти данный уровень. Скорость нашего биологического мышления фиксирована: считается, что человек может производить  $10^{26}$  вычислений в секунду, и эта биологически заданная цифра не собирается спонтанно увеличиваться. <...> В нашем мозгу нет порта для быстрой загрузки информации. Но как только мы создадим небиологические аналоги наших нейронов, межнейронных соединений и нейротрансмиттерных уровней, где хранятся наши навыки и воспоминания, мы не упустим возможности создать и эквивалент загрузочного порта. Мы сможем загружать необходимые навыки с такой же легкостью, как Тринити загружает в свой мозг программу, позволяющую ей управлять вертолетом “В-222”» (Курцвейль 2003). Однако все это выглядит глубоко антинаучно. Во-первых, нельзя подобным образом соединить два типа мышления, у них совершенно разные принципы и основы. Во-вторых, хотя эксперименты по объединению мозга животных в своего рода «локальную сеть» и проводятся<sup>4</sup>, но это работа от мозга к мозгу и в локальном масштабе, а не от компьютера или иного девайса к мозгу и в глобальном масштабе. В-третьих, что человек будет делать с таким мозгом гиперкомпьютера? Рассчитывать, где лучше купить товары? За кого выгоднее выйти замуж? Как заставить сына или дочь учиться или слушаться? Для этого такой мозг не нужен. Для сложных расчетов вполне годятся компьютеры. В-четвертых, как будут общаться между собой эти киборги: путем составления

<sup>4</sup> См., например: Нейрофизиологи... 2015; см. также в *Главе II*. Однако главная цель таких экспериментов – лучше понять работу мозга и иметь возможность обучать парализованных инвалидов пользоваться протезами ног и рук, заново учиться ходить.



полной карты партнера на основе анализа базы данных? Наконец, можно ли сказать наверняка, что биологическая часть мышления выдержит такую нагрузку? Попытки переложить фантастический триллер на язык науки обычно выглядят сенсационной чепухой, которая может шокировать читателя, но весьма далека от реальной возможности<sup>5</sup>.

Очевидно, что человеческий мозг чрезвычайно тесно (неразрывно) связан с телом и органами чувств и большинство его функций основано на управлении телом, а следовательно, наивно предполагать его полноценную работу вне биологической основы. Мы не говорим уже об эмоциях и осознании ощущений, без которых сознание вряд ли способно работать<sup>6</sup>. Люди, предполагающие прогресс прежде всего в грубом техницистском смысле, то есть замену якобы менее долговечного и удобного биологического материала сугубо техническими решениями (вроде тех, которые предполагают замену кровяных телец триллионами нанороботов и т. п.), в своих прогнозах (оптимистических или алармистских) пытаются использовать устаревшую логику, которая в качестве научной фантастики или «страшилки» была в ходу несколько десятков лет назад. А именно – создавалось множество вариаций на тему замены биологических организмов умными техническими (см. такого рода концепции: Жданко 2002–2003; 2008). Например, Сергей Баженов (б. г.), отражая эти настроения, пишет: «Очевидно, не существует никакой реальной возможности затормозить развитие современной техники на пути к построению киборгов, андроидов и, в конечном итоге, искусственного разума. На фоне этого все чаще обсуждается возможность потери человечеством контроля над собственными созданиями...» (см. также: Джой 2000). Однако представляется, что современная логика научно-технического прогресса, в том числе новейшие достижения биоинженерии, указывает на движение в ином направлении, а именно к синтезу биологических форм и технических изделий в единой системе. Вот почему вряд ли имеется надобность заменять биологические механизмы, прошедшие испытания отбором в течение многих миллионов лет, техническими решениями. А разумнее двигаться по пути «ремонта», улучшения, развития самоуправляемости и помощи биологическим механизмам за счет тех или иных технических решений.

Способность науки и медицины к замене изношенных органов будет повышаться, но биологическая основа человека всегда будет и должна преобладать. Если можно помогать организму различными способами, в том числе активизируя его иммунную систему, генетические возможности, блокируя или замедляя процесс

<sup>5</sup> И сами предположения о том, что можно делать с будущими (если это даже не окажется фантастикой) достижениями в области когнитивных технологий, порой выглядят какими-то наивными, несерьезными или просто глупыми, «прикольными» на уровне детей. Так, некоторые разработчики ставят цель соединить смартфон и мозг человека. В этом случае станет возможным записывать текст на телефон мысленно, общаться с друзьями и многое другое (Engberg 2016). Но разве начитать текст голосом составляет проблему? Или грузчикам в работе очень пригодятся «роборуки» – дополнительные руки-манипуляторы, которые управляются силой мысли. Но ведь специальные роботы и другие механизмы как раз предназначены для того, чтобы грузчики не поднимали все сами. Набирают популярность кошачьи ушки *Necomimi* от японских производителей. Ушки надеваются на голову и реагируют на настроение человека. Когда человек расслаблен, ушки лежат спокойно, если он чем-то взволнован, ушки настороженно поднимаются и т. п. (см.: <http://www.necomimi.com>). Однако люди прекрасно выражают свое настроение внешним видом или словами и без использования кошачьих ушей. (О возможностях и достижениях когнитивистики см. в Главе 11.)

<sup>6</sup> Между тем, многие, казалось бы, социальные характеристики, такие как любовь, эмпатия, альтруизм, не говоря уже о ревности, стремлении к власти или авторитету, – на самом деле имеют очень глубокие биологические корни, которые развивались в течение сотен миллионов лет (см., например: Свааб 2014: 359). Вот почему крайне опасно радикально менять биологию человека, ее можно только очень аккуратно и выборочно подправлять.

старения и т. п., гораздо правильнее сохранять его биологическую основу. Кроме того, искусственные органы или ткани вовсе не обязательно должны быть из небиологического материала, напротив, скорее всего небиологические элементы будут иметь в них подсобный характер, а сами органы или их важнейшие части начнут выстраивать из тех или иных клеток (см. выше).

В целом мы полагаем, что хотя в ближайшие десятилетия в процессе киборгизации возможны радикальные прорывы, все же он не зайдет чрезмерно далеко.

## Библиография

- Абель Э., Бернанке Б. 2008. *Макроэкономика*. 5-е изд. СПб.: Питер.
- Абрамов Я. В. 2011–2014. Роберт Фултон. *Его жизнь и научно-практическая деятельность. Биографический очерк*. URL: <http://read24.ru/pdf/yakov-abramov-robert-fulton-ego-jizn-i-nauchno-prakticheskaya-deyatelnost.html>.
- Абрамова З. А. 1970. Палеолитическое искусство. *Каменный век на территории СССР* / Ред. А. А. Формозов, с. 78–89. М.: Наука.
- Абрамова З. А. 1984. Поздний палеолит Азиатской части СССР. *Палеолит СССР* / Ред. П. И. Борисковский, с. 302–346. М.: Наука.
- Авдусин Д. А. 1977. *Археология СССР*. М.: Высшая школа.
- Авдусин Д. А. 1989. *Основы археологии*. М.: Высшая школа.
- Аверкиева Ю. П. 1960. Разложение родовой общины и формирование раннеклассовых отношений у индейцев Северо-Западного побережья Северной Америки. *Труды института этнографии*. Т. 57. М. – Л.
- Аверкиева Ю. П. 1978а. Индейцы Северо-Западного побережья Северной Америки (тлинкиты). *Североамериканские индейцы* / Ред. Ю. П. Аверкиева, с. 318–360. М.: Прогресс.
- Аверкиева Ю. П. 1978б. (Ред.) *Североамериканские индейцы*. М.: Прогресс.
- Аверьянов А. Н. 1985. *Системное познание мира. Методологические проблемы*. М.: Изд-во полит. лит-ры.
- Агларов М. А. 1988. *Сельская община в Нагорном Дагестане в XVII – начале XIX в.* М.: Наука.
- Адамс С. 1986. *Красноречивая история. Концерн Ла Рош против Стенли Адамса*. М.: Прогресс.
- Адо А. В. 1986а. Франция. *Новая история стран Европы и Америки: Первый период* / Ред. А. В. Адо, с. 101–113, 308–321. М.: Высшая школа.
- Адо А. В. 1986б. (Ред.) *Новая история стран Европы и Америки: Первый период*. М.: Высшая школа.
- Акаев А. А. 2010. Современный финансово-экономический кризис в свете теории инновационно-технологического развития экономики и управления инновационным процессом. *Системный мониторинг глобального и регионального развития* / Ред. Д. А. Халтурина, А. В. Коротаев, с. 230–258. М.: ЛИБРОКОМ/URSS.
- Акаев А. А. 2012. Математические основы инновационно-циклической теории экономического развития Шумпетера – Кондратьева. *Кондратьевские волны: аспекты и перспективы* / Ред. А. А. Акаев, Р. С. Гринберг, Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков, с. 110–135. Волгоград: Учитель.
- Акаев А. А., Коротаев А. В., Малинецкий Г. Г., Малков С. Ю. 2010. *Проекты и риски будущего. Концепции, модели, инструменты, прогнозы*. М.: ЛИБРОКОМ.
- Акаев А. А., Румянцева С. Ю., Сарыгулов А. И., Соколов В. Н. 2011. *Экономические циклы и экономический рост*. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та.
- Акаев А. А., Румянцева С. Ю., Сарыгулов А. И., Соколов В. Н. 2012. Причины длинных волн и проблема неравномерного экономического развития мировой экономики. *Кондратьевские волны: аспекты и перспективы* / Ред. А. А. Акаев, Р. С. Гринберг, Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков, с. 110–135. Волгоград: Учитель.
- Акаев А. А., Садовничий В. А. 2010. О новой методологии долгосрочного циклического прогнозирования динамики развития мировой и российской экономики. *Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики* / Ред. А. А. Акаев, А. В. Коротаев, Г. Г. Малинецкий, с. 5–69. М.: ЛКИ/URSS.
- Алаев Л. Б. 1989. Выступление на круглом столе «Формации или цивилизации?». *Вопросы философии* 10: 35–37.

- Александренков Э. Г. 1976. *Индейцы Антильских островов*. М.: Наука.
- Алексеев В. П. 1984. *Становление человечества*. М.: Политиздат.
- Алексеев В. П. 1986. Завершение процесса антропогенеза и формирование человеческих рас. *История первобытного общества. Эпоха первобытной родовой общины* / Ред. Ю. В. Бромлей, с. 5–72. М.: Наука.
- Аллен Р. 2013. *Глобальная экономическая история: Краткое введение*. М.: Изд-во Института Гайдара.
- Аллен Р. 2014. *Британская промышленная революция в глобальной картине мира*. М.: Изд-во Института Гайдара.
- Анализ Gilead Sciences (GILD). 2015. Market Analysis. Ut Magazine. 26 марта. URL: <http://utmagazine.ru/posts/6935-analiz-gilead-sciences-gild>.
- Анати Э. 2008. *Палестина до древних евреев*. М.: Центрполиграф.
- Андреев И. Л. 1998. Тайные общества как альтернативный государству механизм властного регулирования традиционных отношений в странах Тропической Африки. *Африка: общества, культуры, языки* / Ред. И. В. Следзевский, Д. М. Бондаренко, с. 38–53. М.: Институт Африки РАН.
- Андреев Ю. В. 1979. Античный полис и восточные города-государства. *Античный полис: сб. науч. статей* / Ред. Э. Д. Фролов, с. 8–27. Л.: Изд-во ЛГУ.
- Андреев Ю. В. 1987. Ранние формы урбанизации. *Вестник древней истории* 1: 3–18.
- Андреев Ю. В. 1988. Архаическая Греция. *История Европы. 1: Древняя Европа* / Ред. Е. С. Голубцова, с. 217–259. М.: Наука.
- Андрианов Б. В. 1978. *Земледелие наших предков*. М.: Наука.
- Анисимов Г. 2015а. Переход на беспилотные технологии вдвое снизит спрос на автомобили. *Ведомости* 23 мая. URL: <http://www.vedomosti.ru/auto/articles/2015/05/22/593301-perehod-na-bespilotnie-tehnologii-pochti-vdvoe-snizit-prodazhi-avtomobilei>.
- Анисимов Г. 2015б. Закон для роботизированных автомобилей может помешать планам Google. *Ведомости* 18 декабря. URL: <http://www.vedomosti.ru/auto/articles/2015/12/18/621678-zakon-dlya-robotizirovannih-avtomobilei>.
- Антонов Е. В. 1982. Примечания к кн.: Мелларт Дж. *Древнейшие цивилизации Ближнего Востока*. М.: Наука.
- Аннерс Э. 1994. *История европейского права*. М.: Наука.
- Анучин Д. Н. 1923. *Открытие огня и способы его добывания*. М. – Петроград: Государственное издательство.
- Апокин И. А., Майстров Л. Е. 1990. *История вычислительной техники. От простейших счетных приспособлений до сложных релейных систем*. М.: Наука.
- Ариянов А. Б. г. Статья расой бессмертных – главная эволюционно-историческая задача человечества в III тысячелетии. *Россия 2045*. URL: <http://2045.ru/news/32900.html>.
- Арриги Дж. 2006. *Долгий двадцатый век: деньги, власть и истоки нашего времени*. М.: Территория будущего.
- Артемова О. Ю. 1984. *Личность и социальные нормы в раннепервобытной общине*. М.: Наука.
- Артемова О. Ю. 2004. *Охотники-собиратели и теория первобытности*. М.: ИЭА РАН.
- Артемова О. Ю. 2009. *Колено Исава: Охотники, собиратели, рыболовы (опыт изучения альтернативных социальных систем)*. М.: Смысл.
- Атала Э. 2015. Нам удалось сделать миниатюрную почку. *Газета.Ru* 4 мая. URL: [http://www.gazeta.ru/health/2013/06/13\\_a\\_5377657.shtml](http://www.gazeta.ru/health/2013/06/13_a_5377657.shtml).
- Ауслендер Д. 2014. iPhone 6 будут собирать роботы «фоксботы». *Hi-News.ru*. URL: <http://hi-news.ru/phone/iphone-6-budut-sobirat-roboty-foksboty.html>.
- Ахмадиев М. В., Рудакова Л. В. 2013. Анализ методов восстановления нефтезагрязненных земель (российский и зарубежный опыт). *Вестник ПНИПУ. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности* 1: 16–25.
- Ашпина О. 2014. Био-яблоко раздора. *The Chemical Journal* сентябрь: 60–65. URL: [http://tcj.ru/wp-content/uploads/2014/10/2014\\_09\\_60-65-bio.pdf](http://tcj.ru/wp-content/uploads/2014/10/2014_09_60-65-bio.pdf).

- Баграев Н. Т. 2015.** Перспективы развития квантовых вычислений. *Доклад на Втором международном семинаре «Базисные технологии первой половины XXI века (структурно-циклический анализ)»*. 1–2 октября. СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого.
- Бадак А. Н., Войнич И. Е., Волчек Н. М. и др. 1996.** *Всемирная история*: в 24 т. Т. 1. *Каменный век*. Минск: Литература.
- Бадер Н. О. 1989.** *Древнейшие земледельцы Северной Месопотамии*. М.: Наука.
- Бадер О. Н. 1976.** Из глубин палеолита. *Вопросы истории* 2: 124–136.
- Баженов С. Б. г. 2013.** *Прошлое и будущее робототехники*. URL: <http://www.cleverence.ru/articles/robotics.php>
- Бакс К. 1986.** *Богатства земных недр*. М.: Прогресс.
- Балабанов В. И. 2010.** *Нанотехнологии: правда и вымысел*. М.: Эксмо.
- Барлыбаев Х. А. 2007.** *Человек. Глобализация. Устойчивое развитие*. М.: Изд-во РАГС.
- Барг М. А. 1972.** Кодификатор крепостного права «второго издания» – Гусанус. *Европа в средние века: экономика, политика, культура*: сб. статей (К 80-летию академика С. Д. Сказкина) / Ред. З. В. Удальцова, с. 236–248. М.: Наука.
- Безрукий Л. П., Макеев Н. К. 1984.** *От серпа до комбайна*. Минск: Ураджай.
- Бек Т. 1933.** *Очерки по истории машиностроения*. Т. 1. М. – Л.: Государственное техническо-теоретическое изд-во.
- Белков П. Л. 1993.** Социальная стратификация и средства управления в доклассовом и предклассовом обществе. *Ранние формы социальной стратификации* / Ред. В. А. Попов, с. 71–97. М.: Наука.
- Белков П. Л. 1995.** Раннее государство, предгосударство, протогосударство: игра в термины? *Ранние формы политической организации: от первобытности к государственности* / Ред. В. А. Попов, с. 165–187. М.: Вост. лит-ра.
- Белков П. Л. 2000.** Миф и категории социального пространства (понятие рода у аборигенов Австралии). *Ранние формы социальной организации: генезис, функционирование историческая динамика* / Ред. В. А. Попов, с. 51–59. СПб.: МАЭ РАН.
- Белл Д. 1999.** *Грядущее постиндустриальное общество*. М.: Наука.
- Белькинд Л. Д. 1964.** *Томас Альва Эдисон*. М.: Наука.
- Белькинд Л. Д., Конфедератов И. Я., Шнейберг Я. А. 1956.** *История техники*: учеб. для энергетических и электротехнических высших учебных заведений и факультетов. М. – Л.: Госэнергоиздат.
- Белькинд Л. Д., Веселовский О. Н., Конфедератов И. Я., Шнейберг Я. А. 1960.** *История энергетической техники*. М. – Л.: Гос. энергетич. изд-во.
- Березкин Ю. Е. 1995а.** Вождества и акефальные сложные общества: данные археологии и этнографические параллели. *Ранние формы политической организации: от первобытности к государственности* / Ред. В. А. Попов, с. 62–78. М.: Вост. лит-ра.
- Березкин Ю. Е. 1995б.** Модели среднemasштабного общества: Америка и древнейший Ближний Восток. *Альтернативные пути к ранней государственности* / Ред. Н. Н. Крадин, В. А. Лынша, с. 94–104. Владивосток: Дальнаука.
- Березкин Ю. Е. 2000.** Еще раз о горизонтальных и вертикальных связях в структуре среднemasштабных обществ. *Альтернативные пути к цивилизации* / Ред. Н. Н. Крадин и др., с. 259–264. М.: Логос.
- Березкин Ю. Е. 2007а.** Мифы заселяют Америку. *Ареальное распределение фольклорных мотивов и ранние миграции в Новый Свет*. М.: ОГИ.
- Березкин Ю. Е. 2007б.** О структуре истории: временные и пространственные составляющие. *История и Математика: Концептуальное пространство и направления поиска* / Ред. П. В. Турчин, Л. Е. Гринин, С. Ю. Малков, А. В. Коротаев, с. 88–98. М.: ЛКИ/URSS.
- Березкин Ю. Е. 2013.** *Между общиной и государством. Среднemasштабные общества Нуклеарной Америки и Передней Азии в исторической динамике*. СПб.: Наука.
- Бернал Дж. 1956.** *Наука в истории общества*. М.: Наука.

- Берндт Р. М., Берндт К. Х. 1981. *Мир первых австралийцев* / пер. с англ. М.: Наука.
- Бесланев Э. В. 2006. *Научное обоснование производства биологически полноценных кормов для плотоядных*: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Казань.
- Бессмертие для всех к 2045 году: безумный проект российского миллиардера, поддержанный Далай-ламой. 2012. *ИноСМИ* 2 августа. URL: <http://inosmi.ru/russia/20120802/195915011.html>.
- Бир С. 1963. *Кибернетика и управление производством*. М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит.-ры.
- Блауберг И. В. 1997. *Проблема целостности и системный подход*. М.: Эдиториал УРСС.
- Блауберг И. В., Юдин Э. Г. 1967. Системный подход в социальных исследованиях. *Вопросы философии* 9: 100–111.
- Блауберг И. В., Юдин Э. Г. 1972. *Понятие целостности и его роль в научном познании*. М.: Знание.
- Блауг М. 1994. *Экономическая мысль в ретроспективе*. М.: Дело.
- Блинов В. А. 2003. *Общая биотехнология: курс лекций*. Саратов: Саратовский ГАУ.
- Боас Ф. 1926. *Ум первобытного человека*. М.
- Бобровников А. В. 2004. *Макроциклы в экономике стран Латинской Америки*. М.: Ин-т Латинской Америки РАН.
- Боголюбов А. Н. 1988. *Творения рук человеческих. Естественная история машин*. М.: Знание.
- Боголюбовский С. Н. 1959. *Происхождение и преобразование домашних животных*. М.: Советская наука.
- Бокль Г. Т. 2000. *История цивилизаций. История цивилизации в Англии*. Т. 1. М.: Мысль.
- Болонкин А. 2000. *XXI век – начало бессмертия людей*. М.: Наука и Техника.
- Болховитинов Н. Н. 1983. Основные тенденции социально-экономического развития (конец XVIII в. – 1860 г.). *История США. 1607–1877* / Ред. Н. Н. Болховитинов. Т. 1, с. 205–234. М.: Наука.
- Бондаренко Е. С. 2006. Информационное поле неолита Ближнего Востока. *История и современность* 2: 47–66.
- Боннер У., Уиггин Э. 2005. *Судный день американских финансов: мягкая депрессия XXI века*. Челябинск: Социум.
- Борисенко В., Толочко Н. 2008. Нанотехнологии: этапы развития. Наука и инновации. *Научно-практический журнал* 12/70. URL: <http://innosfera.org/taxonomy/term/407>.
- Борисов М. Г. 1999. *Эволюция продовольственной проблемы на Востоке*. М.: Ин-т востоковедения РАН.
- Борисковский П. И. 1980. *Древнейшее прошлое человечества*. М.: Наука.
- Борисковский П. И. 1984а. Заключение. Проблемы палеолитических культур, хозяйства и социального строя. *Палеолит СССР* / Ред. П. И. Борисковский, с. 347–355. М.: Наука.
- Борисковский П. И. 1984б. (Ред.) *Палеолит СССР*. М.: Наука.
- Борисковский П. И. 1989. *Каменный век: памятники, методика, проблемы*. Киев: Наукова думка.
- Борлоуг Н. Э. 2001. «Зеленая революция»: вчера, сегодня и завтра. *Экология и жизнь* 1. URL: <http://www.ecolife.ru/jornal/econ/2001-4-1.shtml>.
- Боулдинг К. 1969. Общая теория систем – скелет науки. *Исследования по общей теории систем* / Ред. В. Н. Садовский, Э. Г. Юдин, с. 105–124. М.: Прогресс.
- Бочаров В. В. 2011. Женщина как ресурс мужской власти. *Теория и методология археики*. Вып. 4. *Лидерство в археике: условия и формы проявления* / Ред. М. Ф. Альбедиль, Д. Г. Савинов, с. 99–117. СПб.: МАЭ РАН.
- Брей У., Трамп Д. 1990. *Археологический словарь*. М.: Прогресс.
- Бреннер Р. 2014. *Экономика глобальной турбулентности. Развитые капиталистические экономики в период от долгого бума до долгого спада 1945–2005*. М.: Изд. дом ВШЭ.
- Бродель Ф. 1986–1992. *Материальная цивилизация, экономика и капитализм*: в 3 т. М.: Прогресс.
- Бродель Ф. 1986. *Материальная цивилизация, экономика и капитализм, XV–XVIII вв. 1: Структуры повседневности: Возможное и невозможное*. М.: Прогресс.
- Бродель Ф. 1988. *Материальная цивилизация, экономика и капитализм. 2: Игры обмена*. М.: Прогресс.

- Бродель Ф. 1993. *Динамика капитализма*. Смоленск: Полиграмма.
- Бродянский Д. Л. 2003. *История первобытного общества*. Владивосток: Изд-во ДВУ.
- Бромлей Ю. В. 1986. (Ред.) *История первобытного общества. Эпоха первобытной родовой общины*. М.: Наука.
- Бунин И. М., Назарова Н. Б. 1982. Социально-классовая структура. *Франция* / Ред. Г. Г. Дилигенский, В. И. Кузнецов, с. 187–213. М.: Мысль.
- Буниятян М. А. 1915. *Экономические кризисы. Опыт морфологии и теории периодических экономических кризисов и теории конъюнктуры*. М.: Мысль.
- Буровский А. М. 2010. Прелести палеолита и научная этика (Об одной публикации в «Этнографическом обозрении»). *Историческая психология и социология истории* 1: 140–157.
- Буровский А. М. 2012. «Запад» эпохи плейстоцена. *Эволюция: Аспекты современного эволюционизма* / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, А. В. Марков, с. 222–266. М.: ЛИБРОКОМ, 2012.
- Буровский А. М. 2014. Саванны мезозоя, или еще раз о сложных путях эволюции. *Эволюция: от протозвезд к сингулярности?* / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, А. В. Марков, с. 195–228. Волгоград: Учитель.
- Бурстин Д. 1993. *Американцы. Колониальный опыт*. М.: Прогресс-Литера.
- Бутинов Н. А. 1968а. *Папуасы Новой Гвинеи*. М.: Наука.
- Бутинов Н. А. 1968б. Первобытнообщинный строй (основные этапы и локальные варианты). *Проблемы истории докапиталистических обществ*. Кн. 1, с. 89–155. М.: Наука.
- Бутинов Н. А. 1980. Общинно-родовой строй мотыжных земледельцев (по материалам Новой Гвинеи и Северо-Западной Меланезии). *Ранние земледельцы* / Ред. Н. А. Бутинов, А. М. Решетов, с. 110–143. Л.: Наука.
- Бутинов Н. А. 1995. Папуа Новая Гвинея: властные структуры. *Этнические аспекты власти* / Ред. В. В. Бочаров, с. 51–78. СПб.: С.-Петербург. гос. ун-т.
- Бутинов Н. А. 1997. Бигменство. *Потестарность: генезис и эволюция* / Ред. В. А. Попов, с. 126–139. СПб.: МАЭ РАН.
- В 2011 году мировое производство биопластиков перейдет отметку в 1 млн тонн. *Информационно-аналитическое агентство Cleandex*. 2011. URL: [http://www.cleandex.ru/articles/2011/07/11/v\\_2011\\_godu\\_mirovloe\\_proizvodstvo\\_bioplastikov\\_peryeidet\\_otmetku\\_v\\_1 mln\\_tonn](http://www.cleandex.ru/articles/2011/07/11/v_2011_godu_mirovloe_proizvodstvo_bioplastikov_peryeidet_otmetku_v_1 mln_tonn).
- Вайцеккер Э., Ловинс Э. Б., Ловинс Л. Х. 1999. Фактор «четыре». В два раза больше богатства из половины ресурсов. *Новая постиндустриальная волна на Западе* / Ред. В. Л. Иноземцев. М.: Academia.
- Ванина Е. Ю. 1991. *Средневековое городское ремесло Индии XIII–XVIII вв.* М.: Наука; Гл. ред. вост. лит-ры.
- Варга Е. С. 1937. *Мировые экономические кризисы 1848–1935гг.* Т. 1. М.: ОГИЗ.
- Варьяш О. И. 2000. Реконкиста и пиренейский город. *Город в средневековой цивилизации Западной Европы* / Ред. А. А. Сванидзе. Т. 4, с. 231–245. М.: Наука.
- В Германии запустили эксперимент по термоядерному синтезу на самом большом стеллараторе. 2016. Слон 3 февраля. URL: <https://slon.ru/posts/63443>.
- Вебер М. 1990. Протестантская этика и дух капитализма. *Избранные произведения* / Ред. М. Вебер, с. 61–272. М.: Прогресс.
- Веблен Т. 1984. *Теория праздного класса*. М.: Прогресс.
- Вейс Г. 2000. *История цивилизации: архитектура, оружие, одежда, утварь: в 3 т. Т. 3. Новое время (XIV–XIX вв.). Иллюстрированная энциклопедия*. М.: ЭКСМО-Пресс.
- Величко А. А. 1989. Соотношение изменений климата в высоких и низких широтах Земли в позднем плейстоцене и голоцене. *Палеоклиматы и оледенения в плейстоцене* / Ред. А. А. Величко, Е. Е. Гуртовая, М. А. Фаустова, с. 5–19. М.: Наука.
- Величко А. А., Гвоздовер М. Д. 1969. Роль природной среды в развитии первобытного общества. *Природа и развитие первобытного общества* / Ред. И. П. Герасимов, с. 227–237. М.: Наука.
- Виналла А. 1938. Экономическое положение Франции 1815–1848. *История XIX в.* / Ред. Э. Лависс, А. Рамбо. Т. 3, с. 414–443. М.

- Винер Н. 1958.** *Кибернетика и общество*. М.: Изд-во ин. лит-ры.
- Винер Н. 1983.** *Кибернетика, или управление и связь в животном и машине*. М.: Наука.
- Виноградов Р. И., Пономарев А. Н. 1991.** *Развитие самолетов мира*. М.: Машиностроение.
- Винокурова М. В. 1994.** Европейская агрикультура в XVII–XVIII веках (к западу от Эльбы). *История Европы*. Т. IV. *Европа Нового времени (XVII–XVIII в.)* / Ред. М. А. Барг, с. 261–272. М.: Наука.
- Виргинский В. С. 1984.** *Очерки истории науки и техники XVI–XIX веков*: пособ. для учителя. М.: Просвещение.
- Виргинский В. С., Хотеев В. Ф. 1988.** *Очерки истории науки и техники, 1870–1917 гг.*: кн. для учителя. М.: Просвещение.
- Виргинский В. С., Хотеев В. Ф. 1993.** *Очерки истории науки и техники с древнейших времен до середины XV века*. М.: Просвещение.
- Вирт М. 1877.** *История торговых циклов в Европе и Америке*. СПб.: Изд. ред. журн. «Знание».
- Вишневский А. Г. 1976.** *Демографическая революция*. М.: Статистика.
- Вишневский А. Г. 2005.** *Избранные демографические труды*. Т. 1. *Демографическая теория и демографическая история*. М.: Наука.
- Вишняцкий Л. Б. 2004.** *Человек в лабиринте эволюции*. М.: Весь мир.
- Вишняцкий Л. Б. 2005.** *Введение в преисторию*. Изд. 2-е, испр. и доп. Кишинев: Высшая антропологическая школа.
- ВОЗ (Всемирная Организация Здравоохранения) 2011.** Десять ведущих причин смерти. *Информационный бюллетень* 310. Май 2014. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/ru>.
- ВОЗ (Всемирная Организация Здравоохранения) 2013.** Научные исследования в целях достижения всеобщего охвата населения медицинскими услугами. Доклад о состоянии здравоохранения в мире 2013 г. URL: <http://www.who.int/whr/2013/report/ru>.
- ВОЗ (Всемирная Организация Здравоохранения) 2014.** Доклад о ситуации в области неинфекционных заболеваний в мире «Достижение девяти глобальных целей по НИЗ, общая ответственность». URL: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/148114/6/WHO\\_NMH\\_NVI\\_15.1\\_rus.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/148114/6/WHO_NMH_NVI_15.1_rus.pdf?ua=1).
- ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения). 2015а.** Всемирный доклад о старении и здоровье. URL: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/186468/3/WHO\\_FWC\\_ALC\\_15.01\\_rus.pdf?ua=1&ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/186468/3/WHO_FWC_ALC_15.01_rus.pdf?ua=1&ua=1).
- ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения). 2015б.** Всемирный доклад о раковых заболеваниях 2014. Информационный бюллетень № 297. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/ru>.
- Волова Т. Г. 1999.** *Биотехнология*. Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения РАН.
- Впервые в истории** самоуправляемая машина победила профессионального гонщика. 2015. 16 февраля. *Gearmix.ru*. URL: <http://www.mk.ru/science/2015/02/16/vpervye-v-istorii-samoupravlyayema-mashina-pobedila-professionalnogo-gonshhika.html>.
- Гаджиев К. С. 2003.** Основные тенденции развития стран Европы и Америки в 1900–1945 гг. *Новейшая история стран Европы и Америки: XX век*: в 2 ч. Ч. 1. *1900–1945* / Ред. А. М. Родригес, М. В. Пономарев, с. 9–37. М.: ВЛАДОС.
- Гайдес Л. А. 2005.** *Общая теория систем (системный анализ)*. Винница: Глобус-пресс.
- Галайко С. 2015.** Отпечатанный на 3D принтере участок трахеи спасает жизни детям. URL: [http://news.e-generator.ru/blog/43716205536/otpechatannyiy-na-3d-printere-uchastok-trahei-spasayet-zhiznide?utm\\_campaign=transit&utm\\_source=main&utm\\_medium=page\\_5&domain=mirtesen.ru&paid=1&pad=1](http://news.e-generator.ru/blog/43716205536/otpechatannyiy-na-3d-printere-uchastok-trahei-spasayet-zhiznide?utm_campaign=transit&utm_source=main&utm_medium=page_5&domain=mirtesen.ru&paid=1&pad=1).
- Галич З. Н. 1986.** К сравнительной характеристике базисных структур Европы и Азии в канун промышленной революции. *Исторические факторы общественного воспроизводства в странах Востока* / Ред. Л. И. Рейснерб, Б. И. Славный, с. 184–216. М.: Наука.
- Гейтс Б. 2007.** Microsoft предсказывает революцию в сфере робототехники. URL: <http://www.robotov.net/news/?id=225>.



- Геллнер Э. 1991. *Нации и национализм*. М.: Прогресс.
- Геннеп А. ван. 2002[1909]. *Обряды перехода*. М.: Вост. лит-ра.
- Гиббинс Г. 1898. *Промышленная история Англии*. СПб.: Изд-во О. Н. Поповой.
- Гинцберг Л. И. 1960. Основные черты экономического развития капиталистического мира в 70–90-х годах. *Всемирная история* / Ред. А. А. Губер. Т. 7, с. 41–50. М.: Изд-во соц.-экон. лит-ры.
- Гильфердинг Р. 1922. *Финансовый капитал: новейшая фаза в развитии капитализма*. М.: Госиздат.
- Гиоргадзе Г. Г. 2000. Ранняя Малая Азия и Хеттское царство. *История Востока. Восток в древности* / Ред. В. А. Якобсон, т. 1, с. 113–127. М.: Вост. лит-ра.
- Глазьев С. Ю. 1993. *Теория долгосрочного технико-экономического развития*. М.: ВлаДар.
- Глазьев С. Ю. 2009. Мировой экономический кризис как процесс смены технологических укладов. *Вопросы экономики* 3: 26–32.
- Глик Б., Пастернак Дж. 2002. *Молекулярная биотехнология. Принципы и применение*. М.: Мир.
- Глускина Л. М. 1983. Проблемы кризиса полиса. Античная Греция. *Проблемы развития полиса*: в 2 т. Т. 2 *Кризис полиса* / Ред. Е. С. Голубцова, с. 5–42. М.: Наука.
- Глумсков В. 2007. Мировой фармацевтический рынок: состояние и тенденции. *Рецепт* 4/54: 9–12.
- Глушков В. М. 1986. *Кибернетика. Вопросы теории и практики*. М.: Наука.
- Гобсон Ч. К. 1928. *Экспорт капитала*. М.: Коммунистическая Академия.
- Годелье М. 2007. *Загадка дара* / Науч. ред. А. А. Белик. М.: Вост. лит-ра.
- Годинер Э. С. 1991. Политическая антропология о происхождении государства. *Этнологическая наука за рубежом: проблемы, поиски, решения* / Ред. С. Я. Козлов, П. И. Пучков, с. 51–78. М.: Наука.
- Голдстоун Дж. 2014. *Почему Европа? Возвышение Запада в мировой истории, 1500–1850*. М.: Изд-во Ин-та Гайдара.
- Гольман Л. И., Колпаков А. Д., Кунина В. Э., Сапрыкин Ю. М. 1980. *История Ирландии* / отв. ред. Л. И. Гольман, гл. VII. М.: Мысль.
- Гончаров Н. П., Кондратенко Е. Я. 2008. Происхождение, доместикация и эволюция пшениц. *Вестник ВОГиС* 12 (1/2): 159–179.
- Гордон Л. С., Поршнев Б. Ф. 1972. Абсолютизм XVII века. *История Франции*: в 3 т. / Ред. А. З. Манфред. Т. 1, с. 235–284. М.: Наука.
- Гофман А. Б. 1976. Социологические концепции Марселя Мосса. *Концепции зарубежной этнологии* / Ред. Ю. В. Бромлей, с. 96–124. М.: Наука.
- Граков Б. Н. 1977. *Ранний железный век*. М.: МГУ.
- Грей О. ди, Рэй М. 2014. *Отменить старение*. URL: <http://blog.bioaging.ru>.
- Грейф А. 2013. *Институты и путь к современной экономике. Уроки средневековой торговли*. М.: Изд. дом ВШЭ.
- Гренвилл Дж. 1999. *История XX века. Люди, события, факты*. М.: Аквариум.
- Григорьев Г. П. 1969а. Культура первобытного общества и природная среда. *Природа и развитие первобытного общества* / Ред. И. П. Герасимов, с. 216–227. М.: Наука.
- Григорьев Г. П. 1969б. Первобытное общество и его культура в мустье и начале позднего палеолита. *Природа и развитие первобытного общества* / Ред. И. П. Герасимов, с. 196–215. М.: Наука.
- Григорьев Г. П. 1970. Верхний палеолит. *Каменный век на территории СССР* / Ред. А. А. Формозов, с. 43–63. М.: Наука.
- Григорьева И. В. 2001а. Введение. *Новая история стран Европы и Америки. Начало 1870–1918 гг.* / Ред. И. В. Григорьева, с. 9–31. М.: Изд-во Моск. ун-та.
- Григорьева И. В. 2001б. Италия в 1870–1900 гг. *Новая история стран Европы и Америки. Начало 1870–1918 гг.* / Ред. И. В. Григорьева, с. 157–174. М.: Изд-во Моск. ун-та.
- Григорьян А. Т., Погребысский И. Б. 1971. *История механики: С древнейших времен до конца XVIII века*. М.: Наука.

- Гринин Л. Е. 1995–1996. *Философия и социология истории: некоторые закономерности истории человечества (опыт философско-социологического анализа всемирно-исторического процесса)*: в 3 кн. Волгоград: Учитель.
- Гринин Л. Е. 1997–2001. *Формации и цивилизации*. [Книга печаталась в журнале «Философия и общество» с 1997 по 2001 г.]
- Гринин Л. Е. 1997. *Формации и цивилизации*. Гл. 4. Социально-политические, этнические и духовные аспекты социологии истории. *Философия и общество* 5: 5–63.
- Гринин Л. Е. 1998. Проблемы стабилизации образа жизни и перспективы развития человечества. *Материалы Международной научной конференции «Человек в современных философских концепциях»*, с. 301–304. Волгоград, 17–19 сентября. Волгоград: Изд-во ВолГУ.
- Гринин Л. Е. 1999а. *Формации и цивилизации*. *Философия и общество* 2: 5–52.
- Гринин Л. Е. 1999б. Современные производительные силы и проблемы национального суверенитета. *Философия и общество* 4: 5–44.
- Гринин Л. Е. 2000. *Формации и цивилизации*. Гл. 9 (§ 1–4). *Философия и общество* 1: 5–73.
- Гринин Л. Е. 2001–2006. Генезис государства как составная часть процесса перехода от первобытности к цивилизации (общий контекст социальной эволюции при образовании раннего государства). [Книга печаталась в журнале «Философия и общество» с 2001 по 2006 г.]
- Гринин Л. Е. 2001. *Формации и цивилизации*. Глава 10 (§ 3–4). *Философия и общество* 1: 5–58.
- Гринин Л. Е. 2003а. *Производительные силы и исторический процесс*. Изд. 2-е, перераб. и доп. Волгоград: Учитель.
- Гринин Л. Е. 2003б. *Философия, социология и теория истории*. Изд. 3-е, перераб. и доп. Волгоград: Учитель.
- Гринин Л. Е. 2005. Глобализация и национальный суверенитет. *История и современность* 1: 6–31.
- Гринин Л. Е. 2006а. Периодизация истории: теоретико-математический анализ. *История и Математика: проблемы периодизации исторических макропроцессов* / Ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков, с. 53–79. М.: КомКнига.
- Гринин Л. Е. 2006б. Методологические основания периодизации истории. *Философские науки* 8: 117–123; 9: 127–130.
- Гринин Л. Е. 2006в. Раннее государство и его аналоги. *Раннее государство, его альтернативы и аналоги* / Ред. Л. Е. Гринин, Д. М. Бондаренко, Н. Н. Крадин, А. В. Коротаев, с. 85–163. Волгоград: Учитель.
- Гринин Л. Е. 2006г. *Производительные силы и исторический процесс*. 3-е изд. М.: КомКнига.
- Гринин Л. Е. 2006д. Вместо заключения. От раннего к зрелому государству. *Раннее государство, его альтернативы и аналоги* / Ред. Л. Е. Гринин, Д. М. Бондаренко, Н. Н. Крадин, А. В. Коротаев, с. 523–556. Волгоград: Учитель.
- Гринин Л. Е. 2007а. Некоторые размышления по поводу природы законов, связанных с демографическими циклами (к постановке проблемы определения общих методологических подходов к анализу демографических циклов). *История и Математика: Концептуальное пространство и направления поиска* / Ред. П. В. Турчин, Л. Е. Гринин, С. Ю. Малков, А. В. Коротаев, с. 219–246. М.: ЛКИ/URSS. М.: КомКнига.
- Гринин Л. Е. 2007б. *Государство и исторический процесс: От раннего государства к зрелому*. М.: КомКнига.
- Гринин Л. Е. 2007в. Производственные революции и периодизация истории. *Вестник РАН* 77/4: 309–315.
- Гринин Л. Е. 2008а. Национальный суверенитет в век глобализации. *Суверенитет. Трансформация понятий и практик* / Ред. М. В. Ильин, И. В. Кудряшова, с. 104–128. М.: МГИМО-Университет.
- Гринин Л. Е. 2008б. Глобализация и модели трансформации суверенности в западных и незападных странах. *Человек и природа: Вызов и ответ* / Ред. Э. С. Кульпин, с. 56–88. М.: ИАЦ-Энергия.
- Гринин Л. Е. 2009а. *Государство и исторический процесс: Политический срез исторического процесса*. М.: ЛИБРОКОМ/URSS.
- Гринин Л. Е. 2009б. Великая депрессия 1929–1933 гг. *Философия и общество* 2: 184–201.

- Гринин Л. Е. 2010а.** Вербальная модель соотношения длинных кондратьевских волн и среднесрочных жюглярловских циклов. *История и математика: Анализ и моделирование глобальной динамики* / Ред. А. В. Коротаев, С. Ю. Малков, Л. Е. Гринин, с. 44–111. М.: ЛИБРОКОМ/URSS.
- Гринин Л. Е. 2010б.** *Государство и исторический процесс: Эволюция государственности: От раннего государства к зрелому.* Изд. 2-е, испр. М.: ЛИБРОКОМ/URSS.
- Гринин Л. Е. 2011а.** *Государство и исторический процесс. Эпоха формирования государства: Общий контекст социальной эволюции при образовании государства.* 2-е изд. М.: ЛИБРОКОМ.
- Гринин Л. Е. 2011б.** Модернизационные ловушки в мировой динамике: история и современность. *МЕТОД: Московский ежегодник трудов из общественных дисциплин:* сб. науч. тр. Вып. 2 / Гл. ред. М. В. Ильин, с. 206–226. М.
- Гринин Л. Е. 2011в.** Из мальтузианской ловушки в ловушку модернизации. К прогнозированию динамики политической нестабильности в странах мир-системной периферии. *Проекты и риски будущего. Концепции, модели, инструменты, прогнозы* / Отв. ред. А. А. Акаев, А. В. Коротаев, Г. Г. Малинецкий, С. Ю. Малков, с. 337–356. М.: Красанд.
- Гринин Л. Е. 2011г.** Природный фактор в аспекте теории истории. *Философия и общество* 2: 168–199.
- Гринин Л. Е. 2011д.** Истоки глобализации: Мир-системный анализ. *Век глобализации* 1: 80–94.
- Гринин Л. Е. 2012а.** *Кондратьевские волны: аспекты и перспективы:* ежегодник / Отв. ред. А. А. Акаев, Р. С. Гринберг, Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков. Волгоград: Учитель.
- Гринин Л. Е. 2012б.** Кондратьевские волны, технологические уклады и теория производственных революций. *Кондратьевские волны: аспекты и перспективы:* ежегодник / Отв. ред. А. А. Акаев, Р. С. Гринберг, Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков, с. 222–262. Волгоград: Учитель.
- Гринин Л. Е. 2012в.** *От Конфуция до Конта. Становление теории, методологии и философии истории:* уч. пособ. / Отв. ред. А. В. Коротаев. М.: ЛИБРОКОМ.
- Гринин Л. Е. 2012г.** Ранние государства и их аналоги в политогенезе: типологии и сопоставительный анализ. *Ранние формы политических систем* / Ред. В. А. Попов, с. 9–98. СПб.: МАЭ РАН.
- Гринин Л. Е. 2012д.** Производственно-технологический фактор в истории. *Философия и общество* 4: 168–193.
- Гринин Л. Е. 2012е.** Афроевразийская мир-система и истоки глобализации. *Наследие Л. Н. Гумилева и судьбы народов Евразии: история, современность, перспективы:* сб. статей Международного научного конгресса, посвященного 100-летию со дня рождения Л. Н. Гумилева, Санкт-Петербург, 1–3 октября 2012 г., с. 211–224. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена.
- Гринин Л. Е. 2013а.** Глобализация тасует мировую колоду (Куда сдвигается глобальный экономико-политический баланс). *Век глобализации* 2: 63–78.
- Гринин Л. Е. 2013б.** Динамика кондратьевских волн в свете теории производственных революций. *Кондратьевские волны: палитра взглядов:* ежегодник / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков, с. 31–83. Волгоград: Учитель.
- Гринин Л. Е. 2013в.** Государство и кризисы в процессе модернизации. *Философия и общество* 3: 29–59.
- Гринин Л. Е. 2014а.** Глобальный экономико-политический баланс в XXI веке: смена вектора. *Философия и общество* 1: 31–54.
- Гринин Л. Е. 2014б.** Риски модернизации и нестабильности в Афроевразии: история и современность. *Системный мониторинг глобальных и региональных рисков:* ежегодник / Отв. ред. А. В. Коротаев, Л. М. Исаев, А. Р. Шишкина, Л. Е. Гринин, с. 95–127. Волгоград: Учитель.
- Гринин Л. Е. 2016.** Новый мировой порядок и эпоха глобализации. Ст. 2. Возможности и перспективы формирования нового мирового порядка. *Век глобализации* 1–2: 3–18.
- Гринин Л. Е., Бондаренко Д. М., Крадин Н. Н., Коротаев А. В. 2006. (Ред.)** *Раннее государство, его альтернативы и аналоги.* Волгоград: Учитель.

- Гринин Л. Е., Гринин А. Л. 2015. Кибернетическая революция и шестой технологический уклад. *Кондратьевские волны: наследие и современность: ежегодник* / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, В. М. Бондаренко, с. 83–106. Волгоград: Учитель.
- Гринин Л. Е., Исаев Л. М., Коротаев А. В. 2015. *Революции и нестабильность на Ближнем Востоке*. Волгоград: Учитель.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2009а. *Социальная макроэволюция. Генезис и трансформации Мир-Системы*. М.: ЛИБРОКОМ.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2009б. Урбанизация и политическая нестабильность: К разработке математических моделей политических процессов. *Полис* 4: 34–52.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2010а. *Глобальный кризис в ретроспективе. Краткая история подъемов и кризисов от Ликурга до Алана Гринспена*. М.: ЛИБРОКОМ.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2010б. Модель экономического и демографического развития Мир-Системы Арцруни – Комлоса и теория производственных революций. *История и математика: Анализ и моделирование глобальной динамики* / Ред. А. В. Коротаев, С. Ю. Малков, Л. Е. Гринин, с. 143–185. М.: ЛИБРОКОМ.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2012. *Циклы, кризисы, ловушки современной Мир-Системы. Исследование кондратьевских, жюглярских и вековых циклов, глобальных кризисов, мальтузианских и постмальтузианских ловушек* / Отв. ред. С. Ю. Малков. М.: ЛКИ.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2013а. Эпоха первичного политогенеза. *Ранние формы потестарных систем* / Отв. ред., сост. В. А. Попов, с. 31–64. СПб.: МАЭ РАН.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2013б. Демократия и революция. *История и современность* 2: 15–35.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2014а. Инфляционные и дефляционные тренды мировой экономики, или распространение «японской болезни». *История и Математика: аспекты демографических и социально-экономических процессов: ежегодник* / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, с. 229–253. Волгоград: Учитель.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2014б. Революция vs демократия (революция и контрреволюция в Египте). *Полис* 3: 139–158.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2014в. Взаимосвязь длинных и среднесрочных циклов (кондратьевских волн и жюглярских циклов). *Кондратьевские волны: длинные и среднесрочные циклы: ежегодник* / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, с. 15–73. Волгоград: Учитель.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2015а. Глобальное старение населения, шестой технологический уклад и мировая финансовая система. *История и Математика* 10 (в печати).
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2015б. Дефляция как болезнь современных развитых стран. *Анализ и моделирование мировой и страновой динамики: методология и базовые модели* / Отв. ред. В. А. Садовничий, А. А. Акаев, С. Ю. Малков, Л. Е. Гринин, с. 241–270. М.: Моск. ред. изд-ва «Учитель».
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2015в. Глобальное старение населения, шестой технологический уклад и мировая финансовая система. *Кондратьевские волны: наследие и современность: ежегодник* / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, В. М. Бондаренко. Волгоград: Учитель.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В., Малков С. Ю. 2008. Математические модели социально-демографических циклов и выхода из мальтузианской ловушки: некоторые возможные направления дальнейшего развития. *Проблемы математической истории. Математическое моделирование исторических процессов* / Ред. Г. Г. Малинецкий, А. В. Коротаев, с. 78–117. М.: ЛИБРОКОМ/URSS.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В., Малков С. Ю. 2010. История, Математика и некоторые итоги дискуссии о причинах Русской революции. *О причинах русской революции* / Ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков, с. 368–427. М.: ЛКИ.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В., Марков А. В. 2012. Биологическая и социальная фазы макроэволюции: сходства и различия эволюционных принципов и механизмов. *Эволюция: аспекты современного эволюционизма* / Ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, А. В. Марков, с. 130–176. М.: ЛКИ.

- Гринин Л. Е., Коротаев А. В., Цирель С. В. 2011. *Циклы развития современной Мир-Системы*. М.: ЛИБРОКОМ/URSS.
- Гринин Л. Е., Малков С. Ю., Гусев В. А., Коротаев А. В. 2009. Некоторые возможные направления развития теории социально-демографических циклов и математические модели выхода из мальтузианской ловушки. *История и математика. Процессы и модели* / Ред. С. Ю. Малков, Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, с. 134–210. М.: ЛИБРОКОМ.
- Гринин Л. Е., Малков С. Ю., Коротаев А. В. 2010. Математическая модель среднесрочного экономического цикла и современный глобальный кризис. *История и Математика: Эволюционная историческая макродинамика* / Ред. С. Ю. Малков, Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, с. 233–284. М.: ЛИБРОКОМ.
- Гринин Л. Е., Марков А. В., Коротаев А. В. 2008. *Макроэволюция в живой природе и обществе*. М.: ЛКИ.
- Гринин Л. Е., Нефедов С. А. 2014. Производственно-технологический фактор. *Теория и методология истории: учеб. для вузов* / отв. ред. В. В. Алексеев, Н. Н. Крадин, А. В. Коротаев, Л. Е. Гринин, с. 216–233. Волгоград: Учитель.
- Гринин А. Л., Холодова В. П., Кузнецов Вл. В. 2010. Сравнительный анализ физиологических механизмов солеустойчивости различных сортов горчицы. *Вестник Российского университета дружбы народов* 1: 27–38.
- Гринспен А. 2009. *Эпоха потрясений. Проблемы и перспективы мировой финансовой системы*. М.: Альпина Бизнес Букс.
- Грицак Е. 2003. *Популярная история медицины*. М.: Вече.
- Гуляев В. И. 1972. *Древнейшие цивилизации Мезоамерики*. М.: Наука.
- Гуляев В. И. 1976. Проблема становления царской власти у древних майя. *Становление классов и государства* / Ред. А. И. Першиц, с. 191–248. М.: Наука.
- Гуляев В. И. 1977. Города-государства древних майя. *Древние города* / Ред. В. М. Массон, с. 20–24. Л.: Наука.
- Гуляев Ю. В. 2015. *Радиофизические методы диагностики и лечения человека*. Доклад на Втором международном семинаре «Базисные технологии первой половины XXI века (структурно-циклический анализ)». 1–2 октября. СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого.
- Гумилев Л. Н. 1993. *Древние тюрки*. М.: Товарищество «Клышников-Комаров и К».
- Гуревич А. Я. 1969. Об исторической закономерности. *Философские проблемы исторической науки* / Ред. А. В. Гулыга, Ю. А. Левада, с. 51–79. М.: Наука.
- Гуревич А. Я. 1970. *Проблемы генезиса феодализма в Западной Европе*. М.: Высшая школа.
- Гуриева Л. К. 2005. Концепция диффузии инноваций. *Инновации* 4.
- Гуттер Р. С., Полунов Ю. Л. 1981. *От абака до компьютера* М.: Знание.
- Гущина Ю. А., Малков С. Ю. 2014. К вопросу о моделировании демографических циклов и о выходе из мальтузианской ловушки. *История и математика: Социально-экономические процессы* / Ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, с. 29–42. Волгоград: Учитель.
- Гэлбрейт Д. К. 1969. *Новое индустриальное общество*. М.: Прогресс.
- Гэлбрейт Д. К. 1976. *Экономическая теория и цели общества*. М.: Прогресс.
- Гэлбрейт Д. К. 1979. *Экономические теории и цели общества* / пер. с англ. М.: Прогресс.
- Дайзард У. 1986. Наступление информационного века. *Новая технократическая волна на Западе* / Ред. П. С. Гуревич, с. 343–344. М.: Прогресс.
- Далин С. А. 1983. *Инфляция в эпохи социальных революций*. М.: Наука.
- Даль Р. 2000. *О демократии* / пер. с англ. М.: Аспект Пресс.
- Даунс Д. Д. 1978. Калифорния. *Североамериканские индейцы* / Ред. Ю. П. Аверкиева, с. 286–317. М.: Прогресс.
- Дахин В. Н. 1983. Социально-классовая структура итальянского общества. *Италия* / Ред. Н. П. Васильков, К. Г. Холодковский, с. 207–227. М.: Мысль.
- Делин П. 1983. Социальная структура. *Федеративная Республика Германия* / Ред. В. Н. Шенаев, М. Шмидт, Д. Е. Мельников, с. 248–280. М.: Мысль.

- Дементьев В. Е. 2008. Нанотехнологическая инициатива США – опыт политики технологического лидерства. Теория и практика институциональных преобразований в России. Вып. 12. М.: ЦЭМИ РАН.
- Деопик Д. В. 1977. Регион Юго-Восточной Азии с древнейших времен до XV в. *Юго-Восточная Азия в мировой истории* / Ред. С. Н. Ростовский и др., с. 9–69. М.: Наука.
- Деревянко А. П. 2011. Верхний палеолит в Африке и Евразии и формирование человека современного анатомического типа. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН.
- Деревянко А. П., Маркин С. В., Васильев С. А. 1994. Палеолитоведение. Введение и основы. Новосибирск: Наука.
- Деревянко А. П. и др. 1997. *Всемирная история*: в 24 т. Т. 1. Каменный век. М.: Литература; АСТ; Харвест.
- Дешан Ю. 1984. История большого острова. *История Тропической Африки (с древнейших времен до 1800 г.)* / Ред. Д. А. Ольдерогге, с. 345–357. М.: Наука; Изд-во вост. лит-ры.
- Джинчарадзе В. З. 1973. *Экономическая история США*. М.: Наука.
- Джой Б. 2000. Почему будущему мы не нужны. *Wired* 8 апреля. URL: <http://www.kongord.ru/Index/Articles/futdntneedus.html>.
- Джонс Ф. Б. г. Терапевтическое клонирование и стволовые клетки. *Christian Medical Fellowship (CMF)*. URL: [http://www.cmserver.org/library/files/12\\_-\\_cloning\\_and\\_stem\\_cells.pdf](http://www.cmserver.org/library/files/12_-_cloning_and_stem_cells.pdf).
- Джонс Р. 1937. *Экономические сочинения*. Л.: Соцэкгиз.
- Дильс Г. А. 1934. *Античная техника*. М. – Л.: Техничко-теоретическое изд-во.
- Дмитриев М. В. 1992. Генезис капитализма как альтернатива исторического развития. *Альтернативность истории* / Ред. Р. В. Манекин, с. 132–165. Донецк: Донецкое отделение САМИ.
- Дмитриев М. И., Есеновский-Лашков М. Ю., Зенин А. С., Маланин И. А., Сергеев А. И. 2013. *История развития техники*: уч. пособ. для студентов. М.: Ун-т машиностроения.
- Дмитриева О. В. 1990. *Социально-экономическое развитие Англии в XVI в.* М.: Изд-во МГУ.
- Долгих Б. О. 1960. *Родовой и племенной состав народов Сибири в XVII в.* М.: Изд-во АН СССР.
- Долматовский Ю. А. 1986. *Автомобиль за 100 лет*. М.: Знание.
- Долуханов П. М. 1979. *География каменного века*. М.: Наука.
- Доронин И. Г. 2003. Мировые фондовые рынки. *Мировая экономика: глобальные тенденции за 100 лет* / Ред. И. С. Королев, с. 101–133. М.: Экономистъ.
- Дорнбуш Р., Фишер С. 1997. *Макроэкономика*. М.: МГУ.
- Дракер П. 1999. Посткапиталистическое общество. *Новая постиндустриальная волна на Западе* / Ред. В. Л. Иноземцев, с. 67–100. М.: Academia.
- Дрекслер Э. 1987. *Машины создания. Грядущая эра нанотехнологии*. URL: [http://scorcher.ru/art/long\\_life/nano.htm](http://scorcher.ru/art/long_life/nano.htm).
- Дьяконов И. М. 1983. (Ред.) *История Древнего Востока. Зарождение древнейших классовых обществ и первые очаги рабовладельческой формации. Ч. 1. Месопотамия*. М.: Наука.
- Дьяконов И. М. 1994. *Пути истории. От древнейшего человека до наших дней*. М.: Наука.
- Дьяконов И. М. 2000. Города-государства Шумера. *История Востока. Т. 1. Восток в древности* / Ред. В. А. Якобсон, с. 45–57. М.: Вост. лит-ра.
- Дьяконов И. М. 2004. Малая Азия, Армянское нагорье и Закавказье в первой половине I тысячелетия до н. э. (Урарту, Фригия, Лидия). *История древнего Востока. От ранних государственных образований до древних империй* / Ред. А. В. Седов, с. 395–420. М.: Вост. лит-ра.
- Дэвис Н. 2005. *История Европы*. М.: АСТ, Транзиткнига.
- Дятчин Н. И. 2001. *История развития техники*. Ростов-на-Дону: Феникс.
- Егорова Н. С., Самуилова В. Д. 1987. *Биотехнология, проблемы и перспективы*. М.: Высшая школа.
- Есакова П. 2014. В Норвегии распечатали самообучающихся роботов. *Look at Me* 13 ноября. URL: <http://www.lookatme.ru/mag/live/experience-news/209343-3d-robot>

- Ефимов А. В. 1955. *Очерки истории США. 1492–1870 гг.* М.: Гос. учебно-педагогич. изд-во Мин-ва просвещения РСФСР.
- Ёрл Т. К. 2002. Гавайские острова (800–1824 гг.). *Цивилизационные модели политогенеза* / Ред. Д. М. Бондаренко, А. В. Коротаев, с. 77–88. М.: Ин-т Африки РАН.
- Жданко А. В. 1999. Письмо в редакцию. Заметки о первобытной истории (современные данные палеоантропологии и палеоархеологии о возникновении *Homo sapiens*). *Философия и общество* 5: 175–177.
- Жданко А. В. 2002. Кибернетическая историософия, или научная теория истории. *Философия и общество* 1: 113–164.
- Жданко А. В. 2003. Кибернетическая историософия, или научная теория истории. Ч. II. Кибернетика как метатеория истории. *Философия и общество* 1: 5–62.
- Жданко А. В. 2008. *Эволюция управляемых систем: единая теория общества и истории*. СПб.: Алетейя.
- Жид Ш., Рист Ш. 1995. *История экономических учений*. М.: Экономика.
- Жидков В. 2014. Считаю убытки от перевода машины на газ. *Автотвзгляд* 2 июля. URL: <http://www.avtovzglyad.ru/article/2014/07/02/614162-schitaem-ubyitki-ot-perevoda-mashiny-na-gaz.html>.
- Жохова А. 2011. Мы сделаем вам красиво. *Forbes* 3 июня. URL: <http://m.forbes.ru/article.php?id=69681>.
- Жуков Е. М., Варган Е. С., Волгин В. П. и др. 1955–1965. (Ред.) *Всемирная история*: в 13 т. М.: Гос. изд-во полит. лит.-ры.
- Жулина К. 2015. По итогам 2015 года объем российского фармацевтического рынка составит 1,3 трлн рублей. URL: <http://clinical-pharmacy.ru/digest/farmacevtrink/5382-po-itogam-2015-goda-obem-rossiyskogo-farmaceuticheskogo-rynka-sostavit-13-trln-rublej.html>.
- Заблоцка Ю. 1989. *История Ближнего Востока в древности (от первых поселений до персидского завоевания)*. М.: Наука.
- Загорский И. 2012. Не мясом единым: кожаные куртки будут выращивать в лаборатории. *Вести* 20 сентября. URL: <http://www.vesti.ru/doc.html?id=912084&cid=2161>.
- Загорский Ф. Н. 1960. *Очерки по истории металлорежущих станков до середины XIX в.* М. – Л.: Изд-во АН СССР.
- Загорский Ф. Н., Загорская И. М. 1989. *Джеймс Несмит. 1808–1890*. М.: Наука.
- Занятие сексом с секс-роботами требуют запретить. 2015. *Мир тесен* 23 сентября. URL: [http://games.mirtesen.ru/blog/43789358014/Zanyatie-seksom-s-seks-robotami-trebuyut-zapretit?utm\\_campaign=transit&utm\\_source=main&utm\\_medium=page\\_0&domain=mirtesen.ru&paid=1&pad=1](http://games.mirtesen.ru/blog/43789358014/Zanyatie-seksom-s-seks-robotami-trebuyut-zapretit?utm_campaign=transit&utm_source=main&utm_medium=page_0&domain=mirtesen.ru&paid=1&pad=1).
- Захарова М. Н. 1961. Развитие капитализма в Соединенных Штатах Америки в первой половине XIX в. *Всемирная история*: в 10 т. Т. 6 / Отв. ред. Н. А. Смирнов, с. 257–275. М.: Изд-во соц.-экон. лит.-ры.
- Зворыкин А. А., Осьмова Н. И., Чернышов В. И., Шухардин С. В. 1962. *История техники*. М.: Изд-во соц.-экон. лит.-ры.
- Зингер Е. М. 1981. *Между полюсом и Европой*. М.: Мысль.
- Златковская Т. Д. 1971. *Возникновение государства у фракийцев*. М.: Наука.
- Зосим В. Д. 2008. *Эволюция предков человека*. М.: Бослен.
- Зубов А. А. 1963. *Человек заселяет свою планету*. М.: География.
- Зубов А. А. 2011. *Колумбы каменного века*. М.: АСТ.
- Зубов А. А. 2012. *Колумбы каменного века. Как заселялась наша планета* / Ред. А. А. Зубов. М.: АСТ-ПРЕСС КНИГА.
- Зудин Д. В., Кантере В. М., Угодчиков Г. А. 1987. *Автоматизация биотехнологических исследований*: уч. пособ. для вузов: в 8 кн. М.: Высшая школа.
- Ибн Халдун 1980. Пролегомены к «Книге поучительных примеров...» *Ибн-Хальдун* / Ред. А. А. Игнатенко, с. 121–155. М.: Мысль.
- Ибн Халдун 2008. Введение (ал-Мукаддима). *Историко-философский ежегодник* / Сост., пер. с араб. и прим. А. В. Смирнова, с. 187–217. М.: Наука.

- Иванов Б. И., Чешев В. В. 1977.** *Становление и развитие технических наук*. Л.: Наука.
- Иванова Н. И. 2003.** Инновационная сфера. *Мировая экономика: глобальные тенденции за 100 лет* / Ред. И. С. Королев, с. 207–231. М.: Экономистъ.
- Иди М. 1977.** *Недостающее звено*. М.: Мир.
- Изобретено** водоотталкивающее (супергидрофобное) стекло. **Б. г.** URL: [http://news.e-genera-tor.ru/blog/43137724994/Izobreteno-vodootalkivayuschee-\(supergidrofobnoe\)-steklo?utm\\_campaign=transit&utm\\_source=main&utm\\_medium=page\\_1&domain=mirtesen.ru&paid=1&pad=1&mid=22C4E39FA8D7F8F2AE49081A01CF5D31](http://news.e-genera-tor.ru/blog/43137724994/Izobreteno-vodootalkivayuschee-(supergidrofobnoe)-steklo?utm_campaign=transit&utm_source=main&utm_medium=page_1&domain=mirtesen.ru&paid=1&pad=1&mid=22C4E39FA8D7F8F2AE49081A01CF5D31).
- Илюшечкин В. П. 1967.** *Крестьянская война тайпинов*. М.: Наука.
- Илюшечкин В. П. 1986.** *Сословно-классовое общество в истории Китая (опыт системно-структурного анализа)*. М.: Наука.
- Иноземцев В. Л. 1999. (Ред.)** *Новая постиндустриальная волна на Западе*. М.: Academia.
- И** приведи меня к жизни вечной. Enter. **2016.** *ИноСМИ* 3 января. URL: <http://inosmi.ru/science/20160103/234979108.html>.
- Исламов Т. М., Фрейдзон В. И. 1986.** Переход от феодализма к капитализму в Западной, Центральной и Юго-Восточной Европе. *Новая и новейшая история* 1: 83–96.
- Истон Д. Ф. 1996.** Исследования Трои: прошлое, настоящее и будущее. *Вестник древней истории* 4: 208–217.
- Истон Д. 1997.** Категории системного анализа политики. *Антология мировой политической мысли*: в 5 т. Т. II, с. 630–642. М.
- История Европы. 1993.** *История Европы*: в 8 т. Т. 3. *От Средневековья к Новому времени* / Ред. Л. Т. Мильская, В. И. Рутенбург, с. 68–80. М.: Наука.
- История** развития 3D-печати. **2015.** URL: <http://pechat-3d.ru/3d-printer/istoriya-razvitiya-3d-pechat.html>.
- История США 1983.** *История США*: в 4 т. Т. 1. *1607–1877*. М.: Наука.
- Йегер К. де. 2013.** Омоложение мышей: еще один шаг на пути к бессмертию? *ИноСМИ* 29 декабря. URL: <http://inosmi.ru/world/20131229/216124322.html>.
- Кабо В. Р. 1980.** У истоков производящей экономики. *Ранние земледельцы* / Ред. Н. А. Бутинов, А. М. Решетов, с. 59–85. Л.: Наука.
- Кабо В. Р. 1986.** *Первобытная доземледельческая община*. М.: Наука.
- Кабо В. Р. 2007.** *Круг и крест: Размышления этнолога о первобытной духовности*. М.: Вост. лит-ра.
- Казанков А. А. 2002.** *Агрессия в архаических обществах (на примере охотников-собирателей полупустынь)*. М.: Ин-т Африки.
- Казанков А. А. 2012.** Комментарии по поводу статьи А. М. Буровского «“Запад” эпохи плейстоцена». *Эволюция: Аспекты современного эволюционизма* / Ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, А. В. Марков, с. 271–279. М.: ЛИБРОКОМ.
- Казбекова Е. В., Юсим М. А. 2000.** Средневековый город-государство. *Город в средневековой цивилизации Западной Европы* / Ред. А. А. Сванидзе. Т. 4, с. 45–50. М.: Наука.
- Калинина И. В. 2011.** Условия формирования лидера в архаическом обществе. *Теория и методология археологии*. Вып. 4. *Лидерство в археологии: условия и формы проявления* / Ред. М. Ф. Альбедиль, Д. Г. Савинов, с. 61–67. СПб.: МАЭ РАН.
- Калиновская К. П. 1976.** *Возрастные группы народов Восточной Африки. Структура и функции*. М.: Наука.
- Калугин В. 2015.** 3D-диагностика: нижегородские ученые нашли способ облегчить труд врачей. *НТВ* 2 мая. URL: <http://www.ntv.ru/novosti/1401882>.
- Камардин И. Н. 2006.** *Техника первобытного общества*: уч. пособ. по дисциплине «История техники». Пенза.
- Камерон Р. 2001.** *Краткая экономическая история мира от палеолита до наших дней*. М.: Росспэн.
- Камионская А. М. 2011.** Биотехнология. URL: <http://www.lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia/0187:article>.



- Кан Г. 1986.** Грядущий подъем: экономический, политический, социальный. Исторический контекст грядущего подъема. *Новая технократическая волна на Западе* / Ред. П. С. Гуревич. М.
- Канесса Э., Фонда К., Зеннаро М. 2013. (Ред.)** *Доступная 3D печать для науки, образования и развития*. Триест: Международный центр теоретической физики Абдус Салам, МТЦФ.
- Капосигас Н. Б. г.** 7-ка стран с наибольшим количеством пластических операций. *Перспективы* 2 апреля. URL: <http://plastio.ru/statija.aspx?nazvanie=7-ka-stran-s-naibolshim-kolichestvom-plasticheskikh-operacij>.
- Карнейро Р. Л. 2000.** Процесс или стадии: ложная дихотомия в исследовании истории возникновения государства. *Альтернативные пути к цивилизации* / Ред. Н. Н. Крадин и др., с. 84–94. М.: Логос.
- Карнейро Р. Л. 2006а.** Было ли вождество сгустком идей? *Раннее государство, его альтернативы и аналоги* / Ред. Л. Е. Гринин и др., с. 211–228. Волгоград: Учитель.
- Карнейро Р. Л. 2006б.** Теория происхождения государства. *Раннее государство, его альтернативы и аналоги* / Ред. Л. Е. Гринин и др., с. 55–70. Волгоград: Учитель.
- Карпов Ю. Ю. 2011.** Вождь и народ: Горско-Кавказская редакция отношений. *Теория и методология архайки*. Вып. 4. *Лидерство в архайке: условия и формы проявления* / Ред. М. Ф. Альбедиль, Д. Г. Савинов, с. 118–129. СПб.: МАЭ РАН.
- Кассель Г. 1925.** *Теория конъюнктур*. М.: Тип. ЦУП ВСНХ.
- Кастелле М. 2002.** *Информационная эпоха. Экономика, общество и культура*. М.: ГУ ВШЭ.
- Катасонов В. Н. 2015.** Трансгуманизм: новая цивилизационная угроза человечеству. URL: <http://riss.ru/analitics/6613/#.VFA6wMmE9Fc>.
- Кейнс Дж. М. 1978[1936].** *Общая теория занятости, процента и денег*. М.: Прогресс.
- Кейнс Дж. М. 1993.** Общая теория занятости, процента и денег. *Антология экономической классики* / Ред. Т. Мальтус, Дж. Кейнс, Ю. Ларин. М.
- Кекелидзе З. 2013.** В России в помощи психиатров нуждается 21 миллион человек. *Media Новости* 11 декабря. URL: <http://medportal.ru/mednovosti/news/2013/12/11/178psiho/>.
- Кертман Л. Е. 1968.** *География, история и культура Англии*. М.: Высшая школа.
- Кирилин В. А. 1986.** *Страницы науки и техники*. М.: Наука.
- Кирчо Л. Б. 1977.** Проблема древних городов и урбанизации в освещении западных исследователей. *Древние города* / Ред. В. М. Массон, с. 24–28. Л.: Наука.
- Кларк Дж. Г. Д. 1953.** *Доисторическая Европа*. М.: Ин. лит-ра.
- Кларк Г. 2013.** *Прощай, нищета! Краткая экономическая история мира*. М.: Изд-во Ин-та Гайдара.
- Клима Б. 2003.** Период человека разумного современного вида до начала производства пищи (производящего хозяйства): общий обзор (за исключением искусства). *История Человечества*. 1. *Доисторические времена и начала цивилизации* / Ред. З. Я. Де Лаат, с. 198–207. М.: ЮНЕСКО.
- Клинов В. Г. 1992.** *Большие циклы конъюнктуры мирового хозяйства. Проблемы анализа и прогнозирования*. М.: ВНИИПИ.
- Клинов В. Г. 2006.** *Мировой рынок высокотехнологичной продукции. Тенденции развития и особенности формирования конъюнктуры и цен*. М.: Экономика.
- Кобяков А. Б., Хазин М. Л. 2003.** *Закат империи доллара и конец «Рак Americana»*. М.: Вече.
- Ковалевский М. М. 1895.** *Очерк происхождения и развития семьи и собственности*: лекции, чит. в Стокгольм. ун-те. СПб.: Тип. Ю. Н. Эрлиха.
- Ковальска-Левница А. 1981.** *Мавритания*. М.: Наука.
- Ковальчук М. В. 2011.** Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее. *Российские нанотехнологии* 6 (1–2). URL: <http://www.nrcki.ru/files/nbik01.pdf>.
- Когда нефть станет не нужна. 2015.** *Lenta.ru* 8 августа. URL: <https://lenta.ru/articles/2015/08/08/alterenergy>.
- Колганов М. В. 1962.** *Собственность. Докапиталистические формации*. М.: Изд-во соц.-экон. лит-ры.

- Колесник В. И. 2007.** Экономические возможности кочевых обществ. *Вопросы истории* 4: 142–152.
- Колосовская Ю. К., Шкунаев С. В. 1988.** Кельты в Европе в первой половине I тыс. до н. э. *История Европы. 1. Древняя Европа* / Ред. Е. С. Голубцова, с. 203–212. М.: Наука.
- Кондратьев Н. Д. 1925.** Большие циклы конъюнктуры. *Вопросы конъюнктуры* 1/1: 28–79.
- Кондратьев Н. Д. 1928.** Большие циклы конъюнктуры: Доклады и их обсуждения в Ин-те экономики (Совместно с Опариным Д. И.). М.: Рос. ассоц. н.-и. ин-тов обществ. наук; Ин-т экономики.
- Кондратьев Н. Д. 1989[1925].** Большие циклы конъюнктуры. *Избранные сочинения*, с. 24–83. М.: Экономика.
- Кондратьев Н. Д. 2002[1922].** Мировое хозяйство и его конъюнктура во время и после войны. В: Кондратьев Н. Д., *Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. Избранные труды*, с. 40–341. М.: Экономика.
- Кондратьев Н. Д. 2002[1926].** Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. М.: Экономика.
- Кондратьев В. Б. 2011.** Глобальная фармацевтическая промышленность. *Перспективы*. URL: [http://www.perspektivy.info/book/globalnaja\\_farmaceuticheskaja\\_promyshlennost\\_2011-07-18.htm](http://www.perspektivy.info/book/globalnaja_farmaceuticheskaja_promyshlennost_2011-07-18.htm).
- Королев И. С. 2003. (Ред.)** Мировая экономика: глобальные тенденции за 100 лет. М.: Экономистъ.
- Короновский Н. В., Якушова А. Ф. 1991.** Основы геологии. М.: Высшая школа.
- Коротаев А. В. 1988.** К становлению городских структур в Южной Аравии (начало I тыс. до н. э. – VI в. н. э.): термин hgr в древнейшей эпиграфике. *Город на традиционном Востоке* / Ред. К. З. Ашрафян, Р. В. Хабаева, с. 37–41. М.: Наука.
- Коротаев А. В. 1989.** О некоторых экономических предпосылках классообразования и политогенеза. *Лингвистическая реконструкция и древнейшая история Востока* / Ред. С. И. Блюмхен и др. Т. 1, с. 44–59. М.: Наука.
- Коротаев А. В. 1991a.** Некоторые экономические предпосылки классообразования и политогенеза. *Архаическое общество: узловые проблемы социологии развития*: сб. науч. тр. / Ред. А. В. Коротаев, В. В. Чубаров. Т. 1, с. 136–191. М.: Ин-т истории СССР АН СССР.
- Коротаев А. В. 1991b.** Узловые проблемы социологии развития архаических обществ. *Архаическое общество: узловые проблемы социологии развития* / Ред. А. В. Коротаев, В. В. Чубаров. Т. 1, с. 3–43. М.: Ин-т истории СССР АН СССР.
- Коротаев А. В. 1995a.** «Апология трайбализма»: Племя как форма социально-политической организации сложных непервобытных обществ. *Социологический журнал* 4: 68–86.
- Коротаев А. В. 1995b.** Горы и демократия: к постановке проблемы. *Альтернативные пути к ранней государственности* / Ред. Н. Н. Крадин, В. А. Лынша, с. 77–93. Владивосток: Дальнаука.
- Коротаев А. В. 2003.** Джордж Питер Мердок и школа кросс-культурных исследований. *Бюллетень: Антропология, меньшинства, мультикультурализм* 3: 19–74.
- Коротаев А. В., Гринин Л. Е. 2007.** Урбанизация и политическое развитие Мир-Системы: сравнительный количественный анализ. *История и Математика: Макроисторическая динамика общества и государства* / Ред. С. Ю. Малков, Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, с. 102–141. М.: КомКнига/URSS.
- Коротаев А. В., Гринин Л. Е. 2010.** Политическое развитие Мир-Системы и урбанизация: сравнительный количественный анализ. *История и Математика: Эволюционная историческая макродинамика* / Ред. С. Ю. Малков, Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, с. 119–188. М.: ЛИБРОКОМ.
- Коротаев А. В., Гринин Л. Е. 2012.** Кондратьевские волны в мир-системной перспективе. *Кондратьевские волны: аспекты и перспективы: ежегодник* / Отв. ред. А. А. Акаев, Р. С. Гринберг, Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков, с. 58–109. Волгоград: Учитель.
- Коротаев А. В., Комарова Н. Л., Халтурина Д. А. 2007.** Законы истории. Вековые циклы и тысячелетние тренды. Демография, экономика, войны. М.: КомКнига.
- Коротаев А. В., Халтурина Д. А., Божевольнов Ю. В. 2010.** Законы истории. Вековые циклы и тысячелетние тренды. Демография. Экономика. Войны. 3-е изд. М.: ЛКИ/URSS.

- Коротаяев А. В., Халтурина Д. А., Малков А. С., Божевольнов Ю. В., Кобзева С. В., Зинькина Ю. В. 2010. *Законы истории. Математическое моделирование и прогнозирование мирового и регионального развития*. 3-е изд., испр. и доп. М.: ЛКИ/URSS.
- Косвен М. О. 1953. *Очерки истории первобытной культуры*. М.
- Костина Г. 2013. Поколение R. *Эксперт* 25–31 марта: 63–65.
- Котляр П. 2014. «Только русские показали худшие знания, чем американцы». *Газета.ру* 10 февраля. URL: [http://www.gazeta.ru/science/2014/02/10\\_a\\_5896949.shtml](http://www.gazeta.ru/science/2014/02/10_a_5896949.shtml).
- Кочин Г. Е. 1965. *Сельское хозяйство на Руси конца XIII – начала XVI вв.* М. – Л.: Наука.
- Кондратьев В. Б. 2011. Глобальная фармацевтическая промышленность. *Перспективы*. URL: [http://perspektivy.info/rus/ekob/globalnaja\\_farmaceuticheskaja\\_promyshlennost\\_2011-07-18.htm](http://perspektivy.info/rus/ekob/globalnaja_farmaceuticheskaja_promyshlennost_2011-07-18.htm).
- Крадин Н. Н. 1995а. Введение. От однолинейного взгляда на происхождение государства к многолинейному. *Альтернативные пути к ранней государственности* / Ред. Н. Н. Крадин, В. А. Лынша, с. 7–18. Владивосток: Дальнаука.
- Крадин Н. Н. 1995б. Вождество: современное состояние и проблемы изучения. *Ранние формы политической организации: от первобытности к государственности* / Ред. В. А. Попов, с. 11–61. М.: Вост. лит-ра.
- Крамер С. Н. 1965. *История начинается в Шумере*. М.: Наука.
- Краснов Е. А. 1975. *Древнейшие упряжные пахотные орудия*. М.: Наука.
- Крафт Д. 2012. Медицина + IT: обзор перспективных технологий для разработчиков. *Блог компании Digital October* 15 января. URL: <http://habrahabr.ru/company/digitaloctober/blog/136252>.
- Кремкова В. М. 1936. Века X–XII. Из истории сельскохозяйственной техники Англии и Франции. *История агрикультуры* / Ред. Н. И. Вавилов, В. Р. Вильямс и др., с. 125–162. М.: Изд-во Академии наук.
- Кривия П. В., Дзюбко И. С., Чунтулова В. Т. 1966. (Ред.) *Экономическая история капиталистических стран*. М.: Высшая школа.
- Крюков М. В., Малявин В. В., Софронов М. В. 1987. *Этническая история китайцев на рубеже средневековья и нового времени*. М.: Наука.
- Куббель Л. Е. 1982а. Послесловие. *Железный век Африки* / Ред. П. Л. Шинни, с. 189–191. М.: Наука.
- Куббель Л. Е. 1982б. Этнические общности и потестарно-политические структуры доклассового и раннеклассового общества. *Этнос в доклассовом и раннеклассовом обществе* / Ред. Ю. В. Бромлей, с. 124–146. М.: Наука.
- Куббель Л. Е. 1988а. Возникновение частной собственности, классов и государства. *История первобытного общества. Эпоха классовобразования* / Ред. Ю. В. Бромлей, с. 140–269. М.: Наука.
- Куббель Л. Е. 1988б. *Очерки потестарно-политической этнографии*. М.: Наука.
- Куббель Л. Е. 1990. «Страна золота» – века, культуры, государства. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Наука.
- Кудрявцев П. С., Конфедератов И. Я. 1960. *История физики и техники*: уч. пособ. для студентов пед. ин-тов. М.: Учпедгиз.
- Кузьмина Е. Е. 2007. Культура пастушеских племен Средней Азии в эпоху бронзы и формирование индоиранских (арийских) народов. *Вестник Российского гуманитарного научного фонда* 4/49: 17–29.
- Кузьмишев В. А. 1985. *Царство сынов солнца*. М.: Молодая гвардия.
- Куиличи Ф. 1969. *Тысяча огней*. М.: Мысль.
- Куликов В. В. 1979. Общественно-экономическая формация. *Экономическая энциклопедия. Политическая экономия* / Ред. А. М. Румянцев. Т. 3, с. 146–149. М.: Советская энциклопедия.
- Кунина В. Э. 1980. Ирландия в последней трети XIX в. Обострение ирландского вопроса в 70-е годы XIX в. Гомрулеры. Чарлз Парнелл. В: Гольман Л. И., Колпаков А. Д., Кунина В. Э., Сапрыкин Ю. М., *История Ирландии* / Отв. ред. Л. И. Гольман, гл. IX. М.: Мысль.

- Курцвейль Р. 2003.** Слияние человека с машиной: Движемся ли мы к Матрице? *Прими красную таблетку: Наука, философия и религия в «Матрице»* / Ред. Г. Йеффет, пер. с англ. Т. Давыдова. М.: Ультра. Культура. URL: <http://www.alt-future.narod.ru/Future/kurzweil.htm>.
- Кутырев В. А. 2010.** *Философия трансгуманизма*. Н. Новгород: Нижегородский университет.
- Лаат З. Я. де. 2003. (Ред.)** *История человечества. 1: Доисторические времена и начала цивилизации*. М.: Магистр-Пресс.
- Лабриола А. 1960[1896].** *Очерки материалистического понимания истории*. М.: Наука.
- Лавровский В. М. 1973. (Ред.)** *Сборник документов по истории Английской буржуазной революции XVII века*. М.: Высшая школа.
- Лавровский В. М., Барг М. А. 1958.** *Английская буржуазная революция XVII века. Некоторые проблемы Английской буржуазной революции 40-х годов XVII века*. М.: Изд-во соц.-экон. лит-ры.
- Лаврус В. 1999.** Газ – соперник бензина. *Наука и техника. Электронная библиотека* 27 августа. URL: <http://n-t.ru/tp/ie/gaz.htm>.
- Лазуренко С. 1992.** Проблемы долговременных колебаний экономической динамики. *Вопросы экономики* 10: 69–75.
- Ламан Н. К. 1989.** *Развитие техники обработки металлов давлением с древнейших времен до наших дней*. М.: Наука.
- Ламберг-Карловски К., Саблов Дж. 1992.** *Древние цивилизации. Ближний Восток и Мезо-америка*. М.: Наука.
- Ламберт Д. 1991.** *Доисторический человек. Кембриджский путеводитель*. Л.: Недра.
- Лапина З. Г. 2002.** Китай в период правления династии Сун (960—1279). *История Китая: учеб.* / Ред. А. В. Меликсетов, с. 199–228. 2-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во МГУ; Высшая школа.
- Леви-Строс К. 1984.** *Печальные тропики*. М.: Мысль.
- Леви-Строс К. 1994.** *Первобытное мышление*. М.: Республика.
- Лем С. 1968.** *Сумма технологии*. М.: Мир.
- Лескюр Ж. 1908.** *Общие и периодические промышленные кризисы*. СПб.: Общественная польза.
- Летохов В. С. 1978.** Селективное действие лазерного излучения на вещество. *Успехи физических наук* 125/1: 57–96.
- Лешина А. 2012.** Пластики биологического происхождения. *Химия и жизнь – XX в.* 9: 2–5.
- Лилли С. 1970.** *Люди, машины и история. История орудий труда и машин в ее связи с общественным прогрессом*. М.: Прогресс.
- Липс Ю. 1954.** *Происхождение вещей*. М.: Ин. лит-ра.
- Лисеев И. К., Садовский В. Н. 2004. (Ред.)** *Системный подход в современной науке (к 100-летию Людвиг фон Бергманна)*. М.: Прогресс-Традиция.
- Литаврина Э. Э. 1972.** Испанский экономист XVI в. Томас Меркадо о причинах и сущности «революции цен». *Европа в средние века: экономика, политика, культура* / Ред. З. В. Удальцова, с. 249–259. М.: Наука.
- Лоренц К. 1994.** *Агрессия*. М.: Прогресс.
- Лурье И., Ляпунова К., Матве М., Пиотровский Б., Флитнер М. 1939.** *Очерки по истории техники древнего Востока*. М. – Л.: Изд-во АН СССР.
- Люблинский В. С. 1972.** *Книга в истории человеческого общества*. М.: Книга.
- Маевский В. И. 1997.** *Введение в эволюционную макроэкономику*. М.: Япония сегодня.
- Макарецкий А. 2013.** Эпохальные этапы развития робототехники 1959–2013. *Роботфорум*. Информация: *International Federation of Robotics*. URL: <http://www.robotforum.ru/novosti-techologij/epochalnyie-etapyi-razvitiya-robototexniki-1959-2013.html>.
- Макаров И. М., Топчиев Ю. И. 2003.** *Робототехника. История и перспективы*. М.: Наука; МАИ.
- Маккунн Дж. Г. 1983.** *Хетты и их современники в Малой Азии*. М.: Наука.
- Маклюэн М. 2005.** *Галактика Гутенберга: Становление человека печатающего (Концепции)*. М.: Академический проект.
- Макнил У. 2004.** *Восхождение Запада*. Киев: Ника-центр; М.: Старклайт.

- Макнил У. 2009. *Восхождение Запада*. Киев: Ника-центр.
- Малаховский К. В. 1971. *История Австралийского союза*. М.: Наука.
- Малиновский Б. 1995. *История вычислительной техники в лицах*. Киев: КИТ; А.С.К.
- Мамфорд Л. 2001. *Миф машины*. М.: Логос.
- Манту П. 1937[1906]. *Промышленная революция XVIII столетия в Англии*. М.: Соцэкгиз.
- Мандрыка А. П. 1972. *Эволюция механики в ее взаимной связи с техникой (до середины XVIII в.)*. Л.: Наука.
- Мандрыка А. П. 1975. *Эволюция механики и техники (1770–1970)*. Л.: Наука.
- Марджори Р. 2005. *Европа в средние века. Быт, религия, культура*. М.: Центрополиграф.
- Маретина С. А. 1995. К проблеме универсальности вожеств: о природе вождей у нага (Индия). *Ранние формы политической организации: от первобытности к государственности* / Ред. В. А. Попов, с. 79–103. М.: Вост. лит-ра.
- Марков А. В. 2011а. *Эволюция человека: в 2 т. Т. 1. Обезьяны, кости и гены*. М.: Астрель, Corpus.
- Марков А. В. 2011б. *Эволюция человека: в 2 т. Т. 2. Обезьяны, нейроны и душа*. М.: Астрель, Corpus.
- Марков А. В. 2012. Антропогенез – особая глава глобальной истории. *Универсальная и глобальная история. Эволюция Вселенной, Земли, жизни и общества* / Ред. Л. Е. Гринин, И. В. Ильин, А. В. Коротаев, с. 295–314. Волгоград: Учитель.
- Марков Г. Е. 1979. *История хозяйства и первобытной культуры в первобытнообщинном и раннеклассовом обществе*. М.: МГУ.
- Маркс К. 1960[1867]. Капитал. Т. 1. *Соч.* / К. Маркс, Ф. Энгельс. 2-е изд. Т. 23. М.: Политиздат.
- Маркс К. 1961. Капитал. Т. 3. *Соч.* / К. Маркс, Ф. Энгельс. 2-е изд. Т. 25, ч. 1. М.: Политиздат.
- Маркс К. 1969. Экономические рукописи 1857–1859 годов. *Соч.* / К. Маркс, Ф. Энгельс. 2-е изд. Т. 46, ч. 1. М.: Политиздат.
- Маркс К., Энгельс Ф. 1963. Письмо Ф. Энгельсу от 28 января 1863 г. *Соч.* / К. Маркс, Ф. Энгельс. 2-е изд. Т. 30, с. 262–263. М.: Гос. изд-во полит. лит-ры.
- Маркс К., Энгельс Ф. 1955. Манифест коммунистической партии. *Соч.* / К. Маркс, Ф. Энгельс. 2-е изд. Т. 4, с. 419–459. М.: Политиздат.
- Марсодолов Л. С. 2011. Сакральное, социально-экономическое и геополитическое лидерство вождей кочевых племен Саяно-Алтая в 1 тысячелетии до н. э. *Теория и методология архαιки. Лидерство в архαιке: условия и формы правления* / Ред. М. Ф. Альбедиль, Д. Г. Савинов, с. 130–142. СПб.: МАЭ РАН.
- Мартин Дж. 1986. Телематическое общество. Вызов ближайшего будущего. *Новая технократическая волна на Западе* / Ред. П. С. Гуревич, с. 330–342. М.: Прогресс.
- Мартин Г.-П., Шуман Х. 2001. *Западная глобализации: атака на процветание и демократию*. М.: Альпина.
- Мартынов А. И. 2005. *Археология*. М.: Высшая школа.
- Мартюшев-Поклад А. 2015. Что происходит с медициной: протокол вскрытия (1). *Aftershock – Информационный центр*. 7 апреля. URL: <http://aftershock.su/?q=node/300253>.
- Маршалл Т. Х. 2005[1950]. Природа классового конфликта. *Личность. Культура. Общество* 1/25: 18–30.
- Маршан Л. 2015. Эра генетически модифицированных животных. *ИноСМИ*. URL: <http://inosmi.info/era-geneticheski-modifitsirovannykh-zhivotnykh.html>.
- Массон В. М. 1973. Обмен и торговля в первобытную эпоху. *Вопросы истории* 1: 78–91.
- Массон В. М. 1977. (Ред.) *Древние города*. Материалы к Всесоюзной конференции «Культура Средней Азии и Казахстана в эпоху раннего Средневековья. Пенджикент, Октябрь 1977 г. Л.: Наука.
- Массон В. М. 1980. Раннеземледельческие общества и формирование поселений городского типа. *Ранние земледельцы. Этнографические очерки* / Ред. Н. А. Бутинов, А. М. Решетов, с. 178–185. Л.: Наука.
- Массон В. М. 1989. *Первые цивилизации*. Л.: Наука.
- Матюшин Г. Н. 1972. *У колыбели истории*. М.: Просвещение.

- Мацкевич В. В. 1988.** *Занимательная анатомия роботов.* М.: Радио и связь.
- Медведев Е. М. 1978.** Южная Азия. *Первобытная периферия классовых обществ до начала великих географических открытий (проблемы исторических контактов)* / Ред. А. И. Першиц, А. М. Хазанов, с. 39–71. М.: Наука.
- Меднавиля Д. 2015.** Мы не избавимся от рака полностью, но сможем сократить заболеваемость им на 50 % (El Pais, Испания). Интервью с Харолдом Вармусом, Нобелевским лауреатом по медицине. *ИноСМИ* 21 августа. URL: <http://inosmi.ru/world/20150821/229781360.html>.
- Медоуз Д. Х., Медоуз Д. А., Рандерс Й., Беренс Ш. В. 1991.** *Пределы роста.* М.: Изд-во МГУ.
- Медоуз Дон., Медоуз Ден., Рандерс Й. 1999.** За пределами допустимого: глобальная катастрофа или стабильное будущее. *Новая постиндустриальная волна на Западе* / Ред. В. Л. Иноземцев. М.: Academia, 1999.
- Мейер М. С. 1978.** К характеристике экономической жизни городов Османской империи в XVII веке. *Проблемы генезиса капитализма* / Ред. А. Н. Чистозвонов, с. 242–276. М.: Наука.
- Мейер Р. Дж. 2006.** *Предыстория человечества.* М.: АСТ, Астрель.
- Мелларт Дж. 1982.** *Древнейшие цивилизации Ближнего Востока.* М.: Наука.
- Мельянцева В. А. 1996.** *Восток и Запад во втором тысячелетии.* М.: МГУ.
- Мельянцева В. А. 2009.** *Развитые и развивающиеся страны в эпоху перемен (сравнительная оценка эффективности роста в 1980–2000 гг.).* М.: Ключ-С.
- Мендельсон Л. А. 1959–1964.** *Теория и история экономических кризисов и циклов.* Т. 1–3. М.: Изд-во соц.-экон. лит-ры.
- Мердок Дж. П. 2003.** *Социальная эволюция: факторы, закономерности, тенденции.* М.: Вост. лит-ра.
- Мешерякова Н. М. 1986.** Англия (1815–1850). *Новая история стран Европы и Америки: Первый период* / Ред. А. В. Адо, с. 296–308. М.: Высшая школа.
- Мизес Л. фон. 2005.** *Человеческая деятельность: трактат по экономической теории.* Челябинск: Социум.
- Миллс Р. 1959.** *Властвующая элита.* М.: Изд-во ин. лит-ры.
- Милов Л. В. 2001.** *Великорусский пахарь и особенности российского исторического процесса.* М.: РОССПЭН.
- Мир после кризиса. 2009.** *Глобальные тенденции – 2025: меняющийся мир.* Доклад Национального разведывательного совета США. М.: Европа.
- Мир нефти. Б. г.** Интересные факты. URL: <http://www.mirnefti.ru/index.php?id=145>.
- Мирский М. Б. 2010.** *История медицины и хирургии.* М.: ГЭОТАР-Медиа.
- Миткевич В. Ф. 1936. (Ред.)** *Очерки истории техники докапиталистических формаций.* М. – Л.: Изд-во АН СССР.
- Митчелл У. 1930.** *Экономические циклы: Проблема и ее постановка.* М.: Госиздат.
- Михайлов Д. М. 2000.** *Мировой финансовый рынок. Тенденции и инструменты.* М.: Экзамен.
- Михайлов О. В. 2007.** *Защита интеллектуальной собственности и патентование (тексты лекций): уч. пособ.* Казань: Изд-во Казанского гос. технологического ун-та.
- Михаль С. 1983.** *Часы. От гномона до атомных часов.* М.: Знание.
- Могилевский В. Д. 1999.** *Методология систем: вербальный подход.* М.
- Мокир Дж. 2012.** *Дары Афины. Исторические истоки экономики знаний.* М.: Изд-во Ин-та Гайдара.
- Монгайт А. Л. 1973.** *Археология Западной Европы. Каменный век.* М.: Наука.
- Мосс М. 1996.** *Общества. Обмен. Личность: Труды по социальной антропологии.* М.: Вост. лит-ра.
- Моуэт Ф. 1963.** *Люди оленьего края.* М.: Изд-во ин. лит-ры.
- Мугрузин А. С. 1986.** Роль природного и демографического факторов в динамике аграрного сектора средневекового Китая (к вопросу о цикличности докапиталистического воспроизводства). *Исторические факторы общественного воспроизводства в странах Востока* / Ред. Л. И. Рейснер, Б. И. Славный, с. 11–44. М.: Наука.
- Муладжанов Ш. С., Маслов В. А. 1986.** *Робототехника берет старт.* М.: Политиздат.

- Мухленов И. П., Авербух А. Я. и др. 1984.** *Общая химическая технология*: в 2 т. Т. 1. Теоретические основы химической технологии. 4-е изд., перераб. и доп. / Ред. И. П. Мухленов. М.: Высшая школа.
- Мэнкью Н. Г. 1994.** *Макроэкономика*. М.: МГУ.
- Назаретян А. П. 2004.** *Цивилизационные кризисы в контексте Универсальной истории: Синергетика – психология – прогнозирование*. 2-е изд. М.: Мир.
- Назаретян А. П. 2010.** Заметки о человеческой истории, о «соловьях палеолита» и о «совести питекантропов». *Историческая психология и социология истории* 1: 119–139.
- Назаретян А. П. 2014.** *Нелинейное будущее. Мегаистория, синергетика, культурная антропология и психология в глобальном прогнозировании*. М.: Аргатакс-Медиа.
- Назарчук А. В. 2006.** Влияние книгопечатания на развитие протестантизма в Европе. *Новая и новейшая история* 4: 79–90.
- Накано Э. 1988.** *Введение в робототехнику*. М.: Мир.
- Напольских В. В. 1991.** Древнейшие этапы происхождения народов уральской языковой семьи: данные мифологической реконструкции (*прауральский космогонический миф*). М.: Ин-т этнологии и антропологии им. Н. Н. Миклухо-Маклая РАН СССР.
- Невелицкий А. 2014.** Daimler представил прототип грузовика с «автопилотом». *Ведомости* 4 июля. URL: <http://www.vedomosti.ru/auto/articles/2014/07/04/daimler-predstavil-prototip-gruzovika-s-avtopilotom>.
- Нейрофизиологи объединили мозг трех обезьян в «локальную сеть». 2015.** *Росбалт* 10 июля. URL:
- Нефедов С. А. 1999а.** О демографических циклах в истории Древнего Египта. Рукопись (#54931), депонированная в ИНИОН РАН. М. URL: <http://www.hist1.narod.ru/Science/Egypt/Egypt.html>.
- Нефедов С. А. 1999б.** О демографических циклах в истории Вавилона. Рукопись (#54930), депонированная в ИНИОН РАН. М. URL: <http://www.hist1.narod.ru/Science/Babilon/Vavilon.html>.
- Нефедов С. А. 2003.** Теория демографических циклов и социальная эволюция древних и средневековых обществ Востока. *Восток* 3: 5–22.
- Нефедов С. А. 2007.** Концепция демографических циклов. Екатеринбург: УГТУ.
- Нефедов С. А. 2008.** Война и общество. Факторный анализ исторического процесса. *История Востока*. М.: Территория будущего.
- Нефедов С. А. 2014.** Математические модели мальтузианской экономики. *История и математика: Социально-экономические процессы*/ Ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, с. 18–28. Волгоград: Учитель.
- Новая** постиндустриальная волна на Западе. Антология / пер. с англ. под ред. В. Л. Иноземцева. М., 1999.
- Новости в СМИ об Intuitive Surgical и хирургической системе da Vinci. 2015.** 21 апреля. URL: <http://robot-davinci.ru/news/420/>.
- Новый альманах «Кондратьевские волны». 2012.** *Кондратьевские волны: аспекты и перспективы*: ежегодник / Отв. ред. А. А. Акаев, Р. С. Гринберг, Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков, с. 5–11. Волгоград: Учитель,
- Нойкирхен Г. 1977.** *Мореплавание вчера и сегодня*. М.: Судостроение.
- Объем мирового рынка лекарств от рака достиг \$100 млрд. 2015.** *Рамблер Новости*. URL: <http://news.rambler.ru/health/30151253/>.
- Оверченко М. 2012.** Управа на работа. *Ведомости* 30 октября. С. 15.
- ООН 1992.** Повестка дня на XXI век. URL: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/agenda21.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21.shtml).
- Оппенгейм А. 1990.** *Древняя Месопотамия*. М.: Наука.
- Орехин П. 2015.** Конец эпохи среднего класса. *Газета.ру* 18 декабря. URL: <http://www.gazeta.ru/business/2015/12/18/7977047.shtml>.
- Орд-Хьюм А. 1980.** *Вечное движение*. М.: Знание.
- Осипов Г. В. 1959.** *Техника и общественный прогресс*. М.

- Очередь** на покупку водородного автомобиля Mirai в Японии составляет 3–4 года. **2015.** *Нефть России* 16 декабря. URL: <http://www.oilru.com/news/492143>.
- Ошарин А. В., Ткачев А. В., Чепагина Н. И. 2006.** История науки и техники: уч.-метод. пособ. / Ред. А. В. Ткачев. СПб.: СПбГУ ИТМО.
- Панов А. Д. 2005.** Сингулярная точка истории. *Общественные науки и современность* 1: 122–137.
- Панов А. Д. 2006.** Сингулярность Дьяконова. *История и Математика: Проблемы периодизации исторических макропроцессов* / Ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков, с. 31–37. М.: КомКнига.
- Пантин В. И., Лапкин В. В. 2006.** *Философия исторического прогнозирования: ритмы истории и перспективы мирового развития в первой половине XXI века.* Дубна: Феникс+.
- Панчин А. 2016.** Сумма биотехнологии. *Руководство по борьбе с мифами о генетической модификации растений, животных и людей.* М.: АСТ: CORPUS.
- Паршаков Е. А. 1997.** *Экономическое развитие общества. Концепция кооперативного социализма. Историческое исследование.* Запорожье: Дикое Поле.
- Патрушев А. И. 2001.** Германская империя в 1871–1890 гг. *Новая история стран Европы и Америки. Начало 1870–1918 гг.* / Ред. И. В. Григорьева, с. 63–83. М.: Изд-во Моск. ун-та.
- Патрушев Л. И. 2000.** *Экспрессия генов.* М.: Наука.
- Певцов А. 2015.** Ученые: Бионические глаза будущего смогут подключаться к Wi-Fi и применять фильтры. *РИА «Svopi.ru».* URL: <http://svopi.ru/nauka/39641-uchenye-bionicheskie-glaza-budusche-go-smogut-podklyuchatsya-k-wi-fi-i-primenyat-filtry.html>.
- Перес К. 2011.** *Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания.* М.: Дело.
- Перов С. Н., Калач А. В., Мешерякова О. Л. 2008.** О микробных биосенсорах для экспресс-определения БПК сточных вод мясокомбинатов. *Сорбционные и хроматографические процессы* 8(6): 1008–1012.
- Першиц А. И., Монгайт А. Л., Алексеев В. П. 1982.** *История первобытного общества.* М.: Высшая школа.
- Першиц А. И., Хазанов А. М. (Ред.) 1978.** *Первобытная периферия классовых обществ до начала великих географических открытий (проблемы исторических контактов).* М.: Наука.
- Пестель Э. 1988.** *За пределами роста.* М.: Прогресс.
- Песчанский В. В. 1981.** Социально-классовая структура. *Великобритания* / Ред. С. П. Мадзоевский, Е. С. Хесин, с. 213–240. М.: Мысль.
- Петров И. 2015.** Дэвиду Рокфеллеру в 99 лет пересадили уже 6 по счету сердце! *Мир Тесен* 30 апреля. URL: <http://zagopod.com/blog/43624771498/Devidu-Rokfelleru-v-99-let-peresadili-uzhe-6-po-schetu-serdt?tm=1>.
- Петров С. В. 2010. (Ред.)** *Общая хирургия: учеб. 3-е изд., перераб. и доп.* М.: ГЭОТАР-Медиа.
- Петти В. 1993[1662].** Трактат о налогах и сборах. *Антология экономической классики: в 2 т.* / Ред. А. И. Столяров. Т. 1, с. 5–78. М.: Эконов.
- Пипуныров В. Н. 1982.** *История часов с древнейших времен до наших дней.* М.: Наука.
- Платформа** превентивного здравоохранения для индивидуального менеджмента здоровья. **2014.** 19 мая. URL: [http://www.skip-start.ru/docs/present/NMSIS\\_-\\_Mezlyakov\\_Igor.pdf](http://www.skip-start.ru/docs/present/NMSIS_-_Mezlyakov_Igor.pdf).
- Плеханов Г. В. 1956[1895].** К вопросу о развитии монистического взгляда на историю. *Избранные философские произведения* / Г. В. Плеханов. Т. 1, с. 507–730. М.: Гос. изд-во полит. лит-ры.
- Плотинский Ю. М. 2001.** *Модели социальных процессов.* М.: Логос.
- Плотников С. 2014.** Третья промышленная революция. О 3D-принтерах подробно и с видео. *Ferra.ru* 21 апреля. URL: <http://www.ferra.ru/ru/periphery/review/3d-printers/#.VU9cGCG8PGd>.
- Повалихина Т. И. 2002.** Экономическое могущество США в послевоенном мире. *Экономическая история зарубежных стран* / Ред. В. И. Голубович, с. 410–442. Минск: Интерпрессервис.
- Полтерович В. 2009.** Гипотеза об инновационной паузе и стратегия модернизации. *Вопросы экономики* 6: 4–23.
- Поляков А. Н. 2006.** Древнерусская цивилизация: основные черты социального строя. *Вопросы истории* 9: 67–86.



- Пономарев М. В. 2003.** Великобритания в 1900–1945 гг. *Новейшая история стран Европы и Америки. XX век: в 2 ч.* / Ред. А. М. Родригес, М. В. Пономарев. Ч. 1, с. 168–211. М.: ВЛАДОС.
- Потапов М. А., Салицкий А. И., Шахматов А. В. 2008.** *Экономика современной Азии.* М.: Международные отношения.
- Предложена** экологичная технология производства биопластика из отходов. **2014.** *EnergyFresh. Новости.* URL: <http://www.energy-fresh.ru/news/?id=10074>.
- Придо Т. 1979.** *Кроманьонский человек.* М.: Мир.
- Райерсон С. Б. 1963.** *Основание Канады.* М.: Изд-во ин. лит-ры.
- Райнерт Э. 2011.** *Как богатые страны стали богатыми, и почему бедные страны остаются бедными.* М.: Гос. ун-т, ВШЭ.
- Рамзес В. Б. 1981.** Социально-классовая структура. *Япония* / Ред. Я. А. Певзнер, Д. В. Петров, В. Б. Рамзес, с. 229–271. М.: Мысль.
- Ратцель Ф. 1902.** *Народоведение: в 2 т.* СПб.: Тип. тов-ва «Просвещение».
- Рейснер Л. И. 1986.** Генезис системы «наука – техника – производство» в западно-европейском регионе в XVI–XVIII вв. и оценка перспектив этого процесса в восточных обществах эпохи НТР. *Исторические факторы общественного воспроизводства в странах Востока* / Ред. Л. И. Рейснер, Б. И. Славный, с. 111–148. М.: Наука, Гл. ред. вост. лит-ры.
- Ренфрю К. 2002.** Индоевропейская проблема и освоение евразийских степей: вопросы хронологии. *Вестник Древней истории* 2: 20–32.
- Ридли М. 2011.** *Секс и эволюция человеческой природы.* М.: Эксмо.
- Римский клуб. 1997.** История создания, избранные доклады и выступления, официальные материалы. М.: УРСС.
- Рогачев А. Н., Аникович М. В. 1984.** Поздний палеолит Русской равнины и Крыма. *Палеолит СССР* / Ред. П. И. Борисковский, с. 162–271. М.: Наука.
- Рогинский Я. Я. 1977.** *Проблемы антропогенеза.* М.: Высшая школа.
- Рогов С. М. 2013.** Новая шоковая терапия и «реформа РАН»: Реалии российской науки. *Перспективы.* URL: [http://www.perspektivy.info/table/novaja\\_shokovaja\\_terapija\\_i\\_reforma\\_ran\\_realii\\_rossijskoj\\_nauki\\_2013-11-13.htm](http://www.perspektivy.info/table/novaja_shokovaja_terapija_i_reforma_ran_realii_rossijskoj_nauki_2013-11-13.htm).
- Розанова Л. В. 2009.** *Основы кибернетики.* Омск: ОмГТУ.
- Ростовцев Е. А. 2007.** *История книжного дела. Ч.1.* СПб.: Изд-во Политех. ун-та.
- Ротбард М. 2003а.** *Власть и рынок: Государство и экономика.* Челябинск: Социум.
- Ротбард М. 2003б.** *Показания против Федерального резерва.* Челябинск: Социум.
- Ротбард М. 2004.** *Государство и деньги: Как государство завладело денежной системой общества.* 2-е изд. Челябинск: Социум.
- Ротбард М. 2005а.** *История денежного обращения и банковского дела в США: с колониального периода до Второй мировой войны.* Челябинск: Социум.
- Ротбард М. Н. 2005б.** Экономические депрессии: их причины и методы лечения. *Экономический цикл: анализ австрийской школы* / Ред. А. В. Куряев, с. 150–171. Челябинск: Социум.
- Роуз Ф. 1981.** *Аборигены Австралии* / пер. с англ. М.: АН СССР, Ин-т востоковедения.
- Рубцов Б. Б. 2000.** *Мировые фондовые рынки: современное состояние и закономерности развития.* М.: Финансовая академия.
- Рубцов Б. Б. 2011.** Глобальные финансовые рынки: масштабы, структура, регулирование. *Век глобализации* 2: 73–74.
- Румянцева С. Ю. 2003.** *Длинные волны в экономике: многофакторный анализ.* СПб.: Изд-во СПУ.
- Румянцев А. М. 1987.** *Первобытный способ производства (политико-экономические очерки).* М.: Наука.
- Румянцева С. Ю. 2009.** Экономический рост и экономический цикл: теория в поисках методологической базы для анализа нестабильной экономики. *Проблемы современной экономики* 3(31).
- Рунге В. Ф. 2006.** *История дизайна, науки и техники.* Кн. 1. М.: Архитектура-С.
- Русецкий А. Ю. 1990.** *В мире роботов.* М.: Просвещение.

- Рыбалкина М. 2005.** *Нанотехнологии для всех*. М.: Nanotechnology News Network.
- Рыжов К. 2006.** *100 великих изобретений*. М.: Вече.
- Рябцева Е. 2006.** Белковая инженерия. *Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология»* 27 апреля. URL: <http://cbio.ru/page/51/id/2546>.
- Рябчиков А. М. 1976. (Ред.)** *Природные ресурсы зарубежных территорий Европы и Азии*. М.: Мысль.
- Сабо Е. Р. 1979.** *Революция машин. История промышленного переворота*. Будапешт: Корвина.
- Савинов Д. Г. 2011.** Тунгусский «Триумвират» (к вопросу о профессиональном факторе лидерства в архайке). *Лидерство в архайке: условия и формы проявления*. Вып. 4. *Теория и методология архайки* / Ред. М. Ф. Альбедиль, Д. Г. Савинов, с. 68–77. СПб.: МАЭ РАН.
- Садовский В. Н. 1974.** *Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ*. М.: Наука.
- Садовский В. Н., Юдин Э. Г. 1969а.** Задачи, методы и приложения общей теории систем (вступительная статья). *Исследования по общей теории систем* / Ред. В. Н. Садовский, Э. Г. Юдин, с. 3–22. М.: Прогресс.
- Садовский В. Н., Юдин Э. Г. 1969б. (Ред.)** *Исследования по общей теории систем*. М.: Прогресс.
- Сайгитов Р. 2015.** «Великая стагнация медицины». Исследователь Руслан Сайгитов о том, почему компьютер заменит врача, но великих открытий в биотехнологиях ждать не стоит. Записал М. Карпов. *Лента.ру* 11 апреля. URL: <http://lenta.ru/articles/2015/04/11/biotech>.
- Сакс Дж. Д., Ларрен Ф. Б. 1996.** *Макроэкономика. Глобальный подход*. М.: Дело.
- Салинз М. Д. 1999.** *Экономика каменного века*. М.: ОГИ.
- Самостоятельная машина** будет выпущена Google к 2020 году. **2014.** *Новый Век. Новые технологии* 30 июня. URL: <http://yvek.ru/%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8/%D1%81%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%8F%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%8F-%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B0>.
- Самуэльсон Л. 1994.** *Экономика: в 2 т.* М.: Магистр.
- Самуэльсон П. Э., Нордхаус В. Д. 2009.** *Макроэкономика*. 18-е изд. М.: Вильямс.
- Самый маленький кардиостимулятор** установлен в Великобритании. **2014.** *MediaНовости* 11 июня. URL: <http://medportal.ru/mednovosti/news/2014/06/11/422cardio/>.
- Сапрыкин Ю. М. 1972.** *Социально-политические взгляды английского крестьянства в XIV–XVII вв.* М.: Изд-во МГУ.
- Сарыгулов А. И., Акаев А. А., Румянцева С. Ю., Соколов В. Н. 2011.** *Экономические циклы и экономический рост*. СПб.: СПбГПУ.
- Саттон Дж. Е. Г. 1982.** Внутренние районы Восточной Африки. *Железный век Африки* / Ред. П. Л. Шинни, с. 108–134. М.: Наука.
- Сафронов В. Б. г.** Словарные статьи по системному анализу. *Системный анализ* / А. Ю. Бабаев. URL: <http://victor-safronov.ru/systems-analysis/glossary/system2.html>.
- Свааб Д. 2014.** *Мы – это наш мозг: от матки до Альцгеймера*. СПб.: Изд-во Ивана Лимбаха.
- Сванидзе А. А. 1990.** Производительные силы общества Западной Европы в V–XV вв. *История средних веков* / Ред. З. В. Удальцова, С. П. Карпов. Т. 1, с. 402–416. М.: Высшая школа.
- Севостьянов Г. Н. 1983. (Ред.)** *История США. Т. I. 1607–1877*. М.: Наука.
- Седов Е. А. 1993.** Информационно-энтропийные свойства социальных систем. *Общественные науки и современность* 5: 92–101.
- Семенов С. А. 1968.** *Развитие техники в каменном веке*. Л.: Наука.
- Семенов С. А. 1999.** *Введение во всемирную историю*. Вып. 2. *История первобытного общества*. М.: МФТИ.
- Семенов Ю. И. 1974.** *Происхождение брака и семьи*. М.: Мысль.
- Сергеев В. С. 2002.** *История Древней Греции*. СПб.: Полигон.
- Сергеева В. Г. 1983.** Вопросы заселения Америки и трансокеанских контактов в трудах Хуана Комаса. *Пути развития зарубежной этнологии* / Ред. Ю. В. Бромлей, с. 138–151. М.: Наука.

- Сидорович В. 2015.** *Мировая энергетическая революция. Как возобновляемые источники энергии изменят наш мир.* М.: Альпина Паблишер.
- Силин А. А. 1983.** *Трение и его роль в развитии техники.* М.: Наука.
- Сказкин С. Д. 1968.** *Очерки истории западноевропейского крестьянства в Средние века.* М.: МГУ.
- Смирнов В. П. 2000.** Франция на исходе XX века. *Новая и новейшая история* 2: 49–69.
- Смирнова Ю. 2011.** Роботы вместо людей. *Forbes* 4 августа. URL: <http://www.forbes.ru/tehnoslideshow/tehnologii/71560-roboty-vmesto-lyudei/slide/1>.
- Смит А. 1935.** *Исследование о природе и причинах богатства народов.* М. – Л.: Госссоцэкгиз.
- Совет Европы. 1997.** Проект дополнительного протокола по правам человека в биомедицине «О запрете клонирования людей». Документ 7884 от 16 июля 1997 г.
- Соловьев С. А., Евзеров Р. Я. 2001.** Монополистический капитализм начала XX в. в странах Западной Европы и в США. *Новая история стран Европы и Америки. Начало 1870–1918 гг.* / Ред. И. В. Григорьева, с. 267–299. М.: Изд-во Моск. ун-та.
- Стайгер Б. 2009.** *Археологические открытия, изменившие историю.* СПб.: Питер Пресс.
- Статистика продаж электромобилей в 2015. 2015.** URL: <http://all-hybrids.ru/statistika-prodazh-elektromobilej-v-2015/>.
- Стерлинг Б. 2005.** *Будущее уже началось. Что ждет нас в XXI веке.* Екатеринбург: У-Фактория.
- Стопа Л. 2010.** «Зеленая революция» – страница, которую нам не открывали. *Зерно* 5: 14–21. URL: <http://www.zerno-ua.com/?p=9738>.
- Стоуньер Т. 1986.** Информационное богатство: Профиль постиндустриальной экономики. *Новая технократическая волна на Западе* / Ред. П. С. Гуревич, с. 391–407. М.
- Стратегия развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 года. 2013.** URL: [http://rosminzdrav.ru/health/62/Strategiya\\_razvitiya\\_meditsinskoj\\_nauki.pdf](http://rosminzdrav.ru/health/62/Strategiya_razvitiya_meditsinskoj_nauki.pdf).
- Тарасов Л. В. 1988.** *Знакомьтесь – лазеры!* М.: Радио и связь.
- Тарасова В. Н., Паткина А. В., Шилина Е. А. 2000.** История научных открытий и технических изобретений. СПб.: СПбГПУ.
- Татарина К. Н. 1958.** *Очерки по истории Англии 1640–1815 гг.* М.: Изд-во ИМО.
- Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. 2004.** *Биология:* в 3 т. М.: Мир.
- Теслер Г. С. 2004.** *Новая кибернетика.* Киев: Логос.
- Ткачук А. П., Ким М. В., Савицкий В. Ю., Савицкий М. Ю. 2011.** Перспективы использования трансгенных насекомых в программах биоконтроля. *Журнал общей биологии* 72/2: 93–110.
- Токвиль А. де. 1991[1835–1940].** *Демократия в Америке.* М.: Прогресс.
- Толочко П. П. 1975.** Киевская земля. *Древнерусские княжества X–XIII вв.* / Ред. Л. Г. Бескровный, с. 5–56. М.: Наука.
- Толстихин О. Н. 1981.** *Земля в руках людей.* М.: Недра.
- Тоффлер Э. 1999.** Адаптивная корпорация. *Новая постиндустриальная волна на Западе* / Ред. В. Л. Иноземцев, с. 448–464. М.: Academia.
- Тоффлер Э. 2002.** *Шок будущего.* М.: АСТ.
- Тоффлер Э. 2003.** *Метаморфозы власти.* М.: АСТ.
- Тоффлер Э. 2004.** *Третья волна.* М.: АСТ.
- Треvelьян Дж. М. 1959.** *Социальная история Англии. Обзор шести столетий от Чосера до королевы Виктории.* М.: Изд-во ин. лит-ры.
- Троцкий Л. Д. 1923.** О кривой капиталистического развития. *Вестник Социалистической академии* 4: 3–12.
- Туган-Барановский М. И. 2008[1913].** *Периодические промышленные кризисы.* М.: Директмедиа Паблишинг.
- Турен А. 1986.** От обмена к коммуникации: рождение программированного общества. *Новая технократическая волна на Западе* / Ред. П. С. Гуревич, с. 408–430. М.

- Туричин Г. А. 2015. Аддитивные технологии в современном производстве. Доклад на втором международном семинаре «Базисные технологии первой половины XIX в. (структурно-циклический анализ)». Санкт-Петербург, 1–2 октября.
- Туроу Л. 1999. *Будущее капитализма*. Новосибирск: Сибирский хронограф.
- Удальцова З. В., Карпов С. П. 1990. (Ред.) *История средних веков*. Т. 1. М.: Высшая школа.
- Украинцев Б. С. 1972. *Самоуправляемые системы и причинность*. М.: Мысль.
- «Умная» одежда на ярмарке в Лас-Вегасе. 2015. *Euronews* 12 января. URL: <http://ru.euronews.com/2015/01/12/dress-to-impress-cottoning-on-to-wearable-technology/>.
- Ученые превратили iPhone в детектор паразитов в крови. 2015. *АмерикаRU.com*. URL: <http://www.americaru.com/news/80685>.
- Ученые из США создали первый фотонный процессор. 2015. *Вести* 24 декабря. URL: <http://www.vestifinance.ru/articles/65861>.
- Ученый, обнаруживший, что ГМО вызывают опухоли у крыс, выиграл судебный иск о защите своей репутации. 2015. *ИноСМИ* 4 декабря. URL: <http://inosmi.info/uchyonyu-obnaruzhivshiy-cto-gmo-vyzyvayut-opukholi-u-krys-vyigral-sudebnyy-isk-o-zaschite-svoey-rep.html>.
- Файнберг Л. А. 1968. Первобытнообщинные отношения и их разложение у полярных эскимосов Гренландии. *Разложение родового строя и формирование классового общества* / Ред. А. И. Першиц, с. 167–189. М.: Наука.
- Файнберг Л. А. 1975. Возникновение и развитие родового строя. *Первобытное общество* / Ред. А. И. Першиц, с. 49–87. М.: Наука, Гл. ред. вост. лит-ры.
- Файнберг Л. А. 1980. *У истоков социогенеза*. М.: Наука.
- Файнберг Л. А. 1986. Раннепервобытная община охотников, собирателей, рыболовов. *История первобытного общества. Эпоха первобытной родовой общины* / Ред. Ю. В. Бромлей, с. 130–235. М.: Наука.
- Фармацевтическая промышленность... 2013. *Фармацевтическая промышленность и глобальное здравоохранение: факты и цифры*. М.: Международная Федерация фармацевтических производителей и ассоциация (IFPMA) совместно с Ассоциацией международных фармацевтических производителей (AIPM).
- Фентон У. Н. 1978. Ирокезы в истории. *Североамериканские индейцы* / Ред. Ю. П. Аверкиева, с. 109–156. М.: Прогресс.
- Физики приблизились к созданию металлического водорода. 2016. *РосРегистр* 7 января. URL: <http://rosregistr.ru/nauka/36548.html>.
- Филд Д. 2015. Идеальное генетическое знание. *ИноСМИ (AeonMagazine, Великобритания)* 11 сентября. URL: <http://inosmi.ru/world/20151005/230636715.html>.
- Фишер В. 1999. *Европа: Экономика, общество и государство 1914–1980 г. М.*: Владос.
- Фомина А. В. 2005. *Циклы Кондратьева в экономике России*. М.: Международный фонд Н. Д. Кондратьева.
- Фомченков Т. 2014. На голубом газу. *Российская газета* 4 июня. URL: <http://www.rg.ru/2014/06/04/gaz-avto.html>.
- Формозов А. А. 1970. Искусство эпохи мезолита и неолита. *Каменный век на территории СССР* / Ред. А. А. Формозов, с. 194–205. М.: Наука.
- Форстер К. Ф., Вейз Д. А. Дж. 1990. (Ред.) *Экологическая биотехнология*. Л.: Химия.
- Фостер У. 1955. *Очерк политической истории Америки*. М.: Изд-во ин. лит-ры.
- Фрагмент проекта программы партии «Эволюция 2045». 2013. *Россия 2045* 12 апреля. URL: <http://2045.ru/articles/31427.html>.
- Фрейхен П. 1961. *Зверобой залива Мелвилла*. М.: Географиздат.
- Фридман М. 2002. *Основы монетаризма*. М.: ТЕИС.
- Фролов Э. Д. 1986. Рождение греческого полиса. *Становление и развитие раннеклассовых обществ (город и государство)* / Ред. Г. Л. Курбатов, И. Д. Фролово, И. Я. Фроянов, с. 8–99. Л.: Изд-во ЛГУ.
- Фрумкин К. 2015. Основные тенденции эволюции морали. Доклад на секции «Мегаистория и глобальная эволюция». *Глобалистика 2015*. М: МГУ.

- Фукуяма Ф. 2004.** *Наше постчеловеческое будущее: Последствия биотехнологической революции*. М.: АСТ.
- Хаберлер Г. 2008.** *Процветание и депрессия. Теоретический анализ циклических колебаний*. Челябинск: Социум.
- Хазанов А. М. 1975.** Разложение первобытнообщинного строя и возникновение классового общества. *Первобытное общество. Основные проблемы развития* / Ред. А. И. Першиц, с. 88–139. М.: Глав. ред. вост. лит-ры изд-ва «Наука».
- Хайек Ф. 2008.** *Цены и производство*. Челябинск: Социум.
- Ханке Х. 1976.** *Люди, корабли, океаны*. М.: Судостроение.
- Хансен Э. 1959.** *Экономические циклы и национальный доход*. М.: Изд-во ин. лит-ры.
- Хантингтон С. 1997.** Революционный путь модернизации. *Цивилизации*. Вып. 4 / Ред. А. О. Чубарьян и др., с. 33–42. М.: Наука.
- Харлан Д. Р. 1986.** Ресурсная база основных растительных культур Иранского плато и соседних регионов. *Древние цивилизации Востока* / Ред. В. М. Массон, с. 199–201. Ташкент: ФАН.
- Хейнман С. А. 1977.** *Научно-техническая революция сегодня и завтра*. М.: Политиздат.
- Хель И. 2015.** 10 технологий, которыми должен запомниться 2015 год. URL: <http://hi-news.ru/technology/10-technology-kotorymi-dolzhen-zapomnitsya-2015-god.html>.
- Хикс Дж. Р. 1993.** *Стоимость и капитал*. М.: Прогресс.
- Холл Ф. 1986.** Происхождение и развитие земледелия. *Древние цивилизации Востока* / Ред. В. М. Массон, с. 201–204. Ташкент: ФАН.
- Хороненкова С. 2012.** Выкопай и сожги. Чудеса и риски экологических биотехнологий. *Учительская газета* 24.
- Хоружий С. С. 2008.** Проблема постчеловека, или трансформативная антропология глазами синергийной антропологии. *Философские науки* 2: 10–31.
- Хотинский Н. А. 1989.** Ландшафтно-климатические изменения в позднеледниковое время на территории СССР. *Палеоклиматы и оледенения в плейстоцене* / Ред. А. А. Величко, Е. Е. Гуртовая, М. А. Фаустова, с. 39–46. М.: Наука.
- Хут Л. Р. 2010.** *Теоретико-методологические проблемы изучения истории Нового времени в отечественной историографии рубежа XX–XXI вв.* М.: МГПУ.
- Цейтлин Е. А. 1940.** *Очерки истории текстильной техники*. М. – Л.
- Цирель С. В. 2014.** О том, что будет после точки сингулярности. *Эволюция: от протозвезд к сингулярности?* / Ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, А. В. Марков, с. 340–381. Волгоград: Учитель.
- Чайлд Г. 1949.** *Прогресс и археология*. М.: Гос. изд-во ин. лит-ры.
- Чайлд Г. 1956.** *Древнейший Восток в свете новых раскопок*. М.: Изд-во ин. лит-ры.
- Чайлд Г. 2012[1942].** *Расцвет и падение древних цивилизаций. Далекое прошлое человечества*. М.: Центрполиграф.
- Человеку имплантирован самый маленький кардиостимулятор в мире. 2014.** URL: <http://www.xata.co.il/news-672.html>. 2014-05-06.
- Черника Д. Г. 1995. (Ред.)** *Налоги*. М.: Финансы и статистика.
- Чернов А. Ю. 2006.** Что происходит с современным НТП? Мнение экономиста. *ЭКО. Экономика и организация промышленного производства* 4: 38–52.
- Чернозубов Ю. С. 1989.** *Как рождаются микросхемы*. М.: Просвещение.
- Черноусов П. И., Мапельман В. М., Голубев О. В. 2005.** *Металлургия железа в истории цивилизаций*. М.: МИСиС.
- Черный А. А. 2005.** *История техники*. Пенза: Изд-во Пензенского гос. ун-та.
- Черняк А. Я. 1969.** *История технической книги*. Ч. 1. М.
- Черняк В. З. 2006.** *История и философия техники*. М.: КНОРУС.
- Чистозвонов А. Н. 1978.** Генезис капитализма в Нидерландах. *Проблемы генезиса капитализма* / Ред. А. Н. Чистозвонов, с. 71–177. М.: Наука.

- Чистозвонов А. Н. 1991.** Развитие производительных сил в западноевропейских странах в XVI – первой половине XVII в. *История средних веков* / Ред. З. В. Удальцова, С. П. Карпов. Т. 2, с. 12–19. М.: Высшая школа.
- Чичеров А. И. 1965.** *Экономическое развитие Индии перед английским завоеванием (ремесло и торговля в XVI–XVIII вв.)*. М.: Наука.
- Что такое 3D печать и 3D принтер. 2014.** URL: <http://make-3d.ru/articles/chto-takoe-3d-pechat/>.
- Чубаров В. В. 1991.** Ближневосточный локомотив: темпы развития техники и технологии в древнем мире. *Архаическое общество: узловые проблемы социологии* / Ред. А. В. Коротаев, В. В. Чубаров, с. 92–135. М.: Ин-т истории СССР АН СССР.
- Шарма Р. Ш. 1987.** *Древнеиндийское общество*. М.: Прогресс.
- Шевеленко А. Я. 2000.** Коммуникация в городе и между городами. *Город в средневековой цивилизации Западной Европы* / Ред. А. А. Сванидзе. Т. 4, с. 84–101. М.: Наука.
- Шейпак А. А. 2009.** *История науки и техники. Материалы и технологии*. Ч. 1. М.: МГИУ.
- Шелестов Д. К. 1987.** *Историческая демография*. М.: Высшая школа.
- Шемякин И. Н. 1978. (Ред.)** *Экономическая история СССР и зарубежных стран*. М.: Высшая школа.
- Шинни П. Л. 1982. (Ред.)** *Железный век Африки*. М.: Наука, Гл. ред. вост. лит-ры.
- Широков Г. К. 1981.** *Промышленная революция в странах Востока*. М.: Наука.
- Шлезингер А. М. 1992.** *Циклы американской истории*. М.: Прогресс-Академия.
- Шлепнер Б. С. 1959.** *Сто лет социальной истории Бельгии*. М.: Ин. лит-ра.
- Шмаллий Н. М., Дудкин, В. П., Зиньковский, К. В. 1977.** Некоторые вопросы социально-демографической реконструкции крупного трипольского поселка. *Древние города* / Ред. В. М. Массон, с. 12–13. Л.: Наука.
- Шмидт К. 2011.** *Они строили первые храмы. Таинственное святилище охотников каменного века. Археологические открытия в Гёбекли Тепе*. СПб.: Алетейя.
- Шнирельман В. А. 1980.** *Происхождение скотоводства*. М.: Наука.
- Шнирельман В. А. 1983.** Собиратели саго. *Вопросы истории* 11: 182–187.
- Шнирельман В. А. 1986.** Позднепервобытная община земледельцев-скотоводов и высших охотников, рыболовов и собирателей. *История первобытного общества. Эпоха первобытной родовой общины* / Ред. Ю. В. Бромлей, А. И. Першиц, В. А. Шнирельман, с. 236–426. М.: Наука.
- Шнирельман В. А. 1988а.** Канаки. *Народы мира* / Ред. Ю. В. Бромлей, с. 200. М.: Советская энциклопедия.
- Шнирельман В. А. 1988б.** Производственные предпосылки разложения первобытного общества. *История первобытного общества. Эпоха классообразования* / Ред. Ю. В. Бромлей, А. И. Першиц, с. 5–139. М.: Наука.
- Шнирельман В. А. 1988в.** Что такое неолитическая революция. URL: [http://www.znaniye-sila.ru/?issue=projects/issue\\_86.html](http://www.znaniye-sila.ru/?issue=projects/issue_86.html).
- Шнирельман В. А. 1989а.** *Возникновение производящего хозяйства*. М.: Наука.
- Шнирельман В. А. 1989б.** Основные очаги древнейшего производящего хозяйства в свете достижений современной науки. *Вестник древней истории* 1: 99–111.
- Шнирельман В. А. 1993.** Рыболовы Камчатки: экономический потенциал и особенности социальных отношений. *Ранние формы социальной стратификации* / Ред. В. А. Попов, с. 98–121. М.: Вост. лит-ра.
- Шнирельман В. А. 2012а.** *Возникновение производящего хозяйства: Рычаги древнейшего земледелия*. Изд. 2-е, доп. М.: ЛИБРОКОМ.
- Шнирельман В. А. 2012б.** *Происхождение скотоводства: Культурно-историческая проблема*. Изд. 2-е, доп. М.: ЛИБРОКОМ.
- Шумовский Т. 2010.** *Арабы и море*. М.: Марджани.
- Шумпетер Й. 1982.** *Теория экономического развития*. М.: Прогресс.
- Шумпетер Й. 1995.** *Капитализм, социализм и демократия. Экономическое наследие*. М.: Экономика.

- Шухардин С. В., Ламан Н. К., Федоров А. С. 1982. (Ред.). *Техника в ее историческом развитии (1870 – начало XX в.)*. М.: Наука.
- Щедровицкий Г. П. 1964. *Проблемы методологии системного исследования*. М.: Знание.
- Щетенко А. Я. 1977. Мезолит Индостана. *Памятники эпохи мезолита*. М.: Наука.
- Щетенко А. Я. 1979. *Первобытный Индостан*. Л.: Наука.
- Щетко В. А. 2014. Тенденции развития мирового рынка фармацевтической продукции. *Журнал международного права и международных отношений* 2. URL: <http://www.evolutio.info/content/view/2259/235>.
- Эванс-Причард Э. Э. 1985. *Нуэры*. М.: Наука.
- Эйххорн В., Бауэр А., Кох Г. 1977. *Диалектика производительных сил и производственных отношений*. М.: Прогресс.
- Эллюль Ж. 1986. Другая революция. *Новая технократическая волна на Западе*: сб. статей / Сост. С. П. Гуревич, с. 147–152. М.: Прогресс.
- Элькин А. 1952. *Коренное население Австралии*. М.: Ин. лит-ра.
- Энгельс Ф. 1955[1845]. Положение рабочего класса в Англии. *Соч.* / К. Маркс, Ф. Энгельс. 2-е изд. Т. 2, с. 231–517. М.: Политиздат.
- Энгельс Ф. 1961. Анти-Дюринг. *Соч.* / К. Маркс, Ф. Энгельс. 2-е изд. Т. 20. М.: Полит. лит-ра.
- Энциклопедия кибернетики. 1975. *Энциклопедия кибернетики*. Т. 1. Киев: Гл. ред. Укр. Сов. Энциклопедии.
- Эшби У. Р. 1966. Принципы самоорганизации. *Принципы самоорганизации* / Ред. А. Рапопорт и др. М.
- Эшби У. Р. 1969. Общая теория систем как новая научная дисциплина. *Исследования по общей теории систем* / Ред. В. Н. Садовский, Э. Г. Юдин, с. 125–142. М.: Прогресс.
- Юдин Б. Г. 2008. Медицина и конструирование человека. Знание, понимание, умение. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/meditsina-i-konstruirovanie-cheloveka>.
- Ющенко А., Карпов М. 2015. «Роботы не менее опасны, чем атомная бомба». URL: <http://m.lenta.ru/articles/2015/05/11/robot/>.
- Яковец Ю. В. 2001. *Наследие Н. Д. Кондратьева: взгляд из XXI века*. М.: МФК.
- Якубский В. А. 1975. *Проблемы аграрной истории позднесредневековой Польши*. Л.: Изд-во ЛГУ.
- Якубский В. А. 1986. Основные проблемы истории крестьянства Центральной, Восточной и Юго-Восточной Европы. *История крестьянства в Европе. Эпоха феодализма. Крестьянство Европы в период разложения феодализма и зарождения капиталистических отношений* / Ред. Ю. Ю. Кахк. Т. 3, с. 234–247. М.: Наука.
- Янин В. Л. 2006. (Ред.) *Археология*. М.: МГУ.
- Ясаманов Н. А. 1985. *Древние климаты Земли*. Л.: Гидрометеиздат.
- Ястребицкая А. Л. 1993. Германия. *История Европы*: в 8 т. *От Средневековья к Новому времени* / Ред. Л. Т. Мильская, В. И. Рутенбург. Т. 3, с. 68–80. М.: Наука.
- Abidian M. R., Martin D. C. 2009. Multifunctional Nanobiomaterials for Neural Interfaces. *Advanced Functional Materials* 19/4: 573–585.
- Abu-Lughod J. 1991. *Before European Hegemony*. New York, NY: Oxford University Press.
- Acemoglu D., Johnson S., Robinson J. A. 2005. The Rise of Europe: Atlantic Trade, Institutional Change and Economic Growth. *American Economic Review* 95: 546–579.
- Acemoglu D., Robinson J. A. 2012. *Why Nations Fail*. New York, NY: Crown Business.
- Adams R. M. 1981. *Heartland of Cities*. Chicago: University of Chicago Press.
- Alanis A. J. 2005. Resistance to Antibiotics: Are We in the Post-Antibiotic Era? *Archives of Medical Research* 36/6: 697–705. DOI:10.1016/j.arcmed.2005.06.009.
- Al-Hasan A. Y., Hill D. R. 1991. *Science and Techniques in Islam*. Paris: Unesco.
- Alemayehu B., Warner K. E. 2004. The Lifetime Distribution of Health Care Costs. *Health Serv. Res.* 39(3) June: 627–642.
- Alencar M. S. M., Porter A. L., Antunes A. M. S. 2007. Nanopatenting Patterns in Relation to Product Life Cycle. *Technological Forecasting & Social Change* 74: 1661–1680.

- Allen R. C. 2001.** The Great Divergence in European Wages and Prices from the Middle Ages to the First World War. *Explorations in Economic History* 38: 411–447.
- Allen R. C. 2007.** *Pessimism Preserved: Real Wages in the British Industrial Revolution* (Working Paper No 314). Department of Economics. Oxford: Oxford University Press.
- Allen R. C. 2009.** *The British Industrial Revolution in Global Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Allen R. C. 2011.** *Global Economic History: A Very Short Introduction*. Oxford: Oxford University Press.
- Allen R. C., Bassino J.-P., Ma D. et al. 2005.** Wages, Prices, and Living Standards in China, 1738–1925: In Comparison with Europe, Japan, and India (Working Paper No 316). Department of Economics. Oxford: Oxford University Press.
- Allen R. C., Bassino J.-P., Ma D. et al. 2011.** Wages, Prices, and Living Standards in China, Japan, and Europe, 1738–1925. *Economic History Review* 64: 8–38.
- Allen R. C., Bengtsson T., Dribe M. 2005.** *Living Standards in the Past: New Perspectives on Well-being in Asia and Europe*. Oxford: Oxford University Press.
- Allison B. Z., Wolpaw E. W., Wolpaw J. R., Wolpaw W. 2007.** Brain – Computer Interface Systems: Progress and Prospects. *Expert Rev. Med. Devices* 4(4): 463–474. URL: <http://doi.org/10.1586/17434440.4.4.463>.
- Ambrose S. 1998.** Late Pleistocene Human Population Bottlenecks, Volcanic Winter, and Differentiation of Modern Humans. *Journal of Human Evolution* 34: 623–651.
- Anders G. 2014.** The Winding Road to the Robotic Future. *The Wall Street Journal*. URL: <http://online.wsj.com/articles/SB117400649743538796>.
- Armengaud A. 1976.** Population in Europe 1700–1914. *The Industrial Revolution, 1700–1914*. London; New York: Harvester Press, Barnes & Noble.
- Armstrong W. H. G. 1961.** *A Social History of Engineering*. London: Faber and Faber.
- Aron R. 1967.** *The Industrial Society: Three Essays on Ideology and Development*. London: Weidenfeld and Nicolson.
- Artzrouni M., Komlos J. 1985.** Population Growth through History and the Escape from the Malthusian Trap: A Homeostatic Simulation Model. *Genus* 41/3–4: 21–39.
- Ashtor E. 1978.** Underdevelopment in Pre-Industrial Era. The Case of Declining Economies. *The Journal of European Economic History* 7/2–3: 285–310.
- Aström S. E. 1963.** *From Cloth to Iron. The Anglo-Baltic Trade in the Late Seventeenth Century*. P. 1. *The Growth, Structure and Organization of the Trade*. Helsinki: Central Tryckeriet.
- Atkinson Q., Gray R., Drummond A. 2009.** Bayesian Coalescent Inference of Major Human Mitochondrial DNA Haplogroup Expansions in Africa. *Proceedings of the Royal Society B* 276: 367–373.
- Atkinson W. I. 2003.** *Nanocosm: Nanotechnology and the Big Changes Coming from the Inconceivably Small*. AMACOM Div American Mgmt Assn.
- Avise J. C. 2004.** *The Hope, Hype, and Reality of Genetic Engineering: Remarkable Stories from Agriculture, Industry, Medicine, and the Environment*. Oxford: Oxford University Press.
- Ayres R. U. 2006.** Did the Fifth K-Wave Begin in 1990–92? Has it been Aborted by Globalization? *Kondratieff Waves, Warfare and World Security* / Ed. by T. C. Devezas, pp. 57–71. Amsterdam: IOS Press.
- Bahn P. G. 1998.** *The Cambridge Illustrated History of Prehistoric Art*. Cambridge, U.K.; New York, NY: Cambridge University Press.
- Bainbridge M. S., Roco M. C. 2005.** *Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society*. N. Y.: Springer.
- Bairoch P. 1971.** *Le tiers-monde dans l'impasse. Le démarrage économique du XVIIIe au XXe siècle*. Paris: Gallimard.
- Bairoch P. 1985.** *De jéricho à Mexico. Villes et économies dans l'histoire*. Paris.
- Baker M. 2013.** Europe Bets on Drug Discovery. *Nature* 494: 20.



- Balter M. 2006.** *The Goddess and the Bull. Zatalnyuk: An Archaeological Journey to the Dawn of Civilization*. Walnut Creek, CA: Left Coast Press.
- Bandura A. 1991.** Social Cognitive Theory of Self-Regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50/2: 248–87.
- Barr A., Winslow R. 2014.** Google's Newest Search: Cancer Cells. *The Wall Street Journal* October 29. URL: <http://www.wsj.com/articles/google-designing-nanoparticles-to-patrol-human-body-for-disease-1414515602>.
- Barkan O., McCarthy J. 1975.** The Price Revolution of the Sixteenth Century: A Turning Point in the Economic History of the Near East. *International Journal of Middle East Studies* 6/1: 3–28.
- Bar-Yosef O. 1986.** The Walls of Jericho: An Alternative Interpretation. *Current Anthropology* 27/2: 157–162.
- Bar-Yosef O., Vandermeersch B. 1993.** Modern Humans in the Levant. *Scientific American* 94–100.
- BCC Research 2012.** Nanotechnology: A Realistic Market Assessment. *BCC Research*. URL: <http://www.bccresearch.com/report/nanotechnology-market-applications-products-nan031e.html>.
- Beck M. 2013.** Study Raises Doubts over Robotic Surgery. *Wall Street Journal* February 19. URL: <http://online.wsj.com/articles/SB10001424127887323764804578314182573530720>.
- Beer S. 1994.** *Decision and Control: The Meaning of Operational Research and Management Cybernetics*. London: John Wiley & Sons, Ltd.
- Bell D. 1973.** *The Coming of Post-Industrial Society*. New York, NY: Basic Books.
- Bell D. 1978.** *The Cultural Contradictions of Capitalism*. New York, NY: Basic Books.
- Bell D. 1990.** *The Third Technological Revolution and Its Possible Socio-Economic Consequences*. Tokyo.
- Bellwood P. 2004.** *First Farmers: The Origins of Agricultural Societies*. Malden, MA: Wiley-Blackwell.
- Benson I., Lloyd J. 1983.** *New Technology and Industrial Change: The Impact of the Scientific-Technical Revolution on Labour and Industry*. London; New York, NY: Kogan Page; Nichols.
- Bentley J. H. 1996.** *Shapes of World History in Twentieth Century Scholarship. Essays on Global and Comparative History*. Washington, DC: American Historical Association.
- Berend I. T. 2002.** Economic Fluctuation Revisited. *European Review* 10/3: 305–316.
- Berry B., Dean D. 2012.** Long Wave Rhythms: A Pictorial Guide to 220 Years of U.S. History, with Forecasts. *Kondratieff Waves. Dimensions and Prospects at the Dawn of the 21st Century* / Ed. by L. E. Grinin, T. C. Devezas, A. V. Korotayev (pp. 106–119). Volgograd: Uchitel.
- Benedict M. Q., Robinson A. S. 2003.** The First Releases of Transgenic Mosquitoes: An Argument for the Sterile Insect Technique. *Trends in Parasitology* 19(8): 349–55. Doi:10.1016/S1471-4922(03)00144-2.
- Bernal J. D. 1965.** *Science in History*. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Hawthorn Books.
- Bernbeck R., Pollock S. 2005.** A Cultural-Historical Framework. *Archaeologies of the Middle East: Critical Perspectives* / Ed. by S. Pollock, R. Bernbeck, pp. 11–40. Oxford: Blackwell.
- Bertalanffy L. von. 1968.** *General Systems Theory. Foundations, Development, Applications*. New York, NY: George Braziller.
- Binder J., Bräutigam R., Jonas D. et al. 2004.** Robotic Surgery in Urology: Fact or Fantasy? *BJU International* 94/8: 1183–1187.
- Blaut J. 1993.** *The Colonizer's Model of the World*. New York, NY: Guilford.
- Blaut J. 2000.** *Eight Eurocentric Historians*. New York, NY: Guilford.
- Bloch M. 1935.** Avènement et conquêtes du moulin à eau. *Annales d'histoire économique et sociale* 7: 538–563.
- Blockmans W. T. 1989.** Preindustrial Europe. *Theory and Society* 18/5: 733–755.
- Bolich S. 2005.** *The History of Farming Machinery*. Oxford: Oxford University Press.
- Bonev I. 2013.** The Truth about Foxconn's Foxbot Industrial Robots. February 14. URL: <http://coro.etsmtl.ca/blog/?p=73>.
- Borsch S. J. 2004.** Environment and Population: The Collapse of Large Irrigation Systems Reconsidered. *Comparative Studies of Society and History* 46/3: 451–468.

- Borsch S. J. 2005.** *The Black Death in Egypt and England*. Cairo: The American University of Cairo Press.
- Boserup E. 1965.** *The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change under Population Pressure*. Chicago, IL: Aldine.
- Boussac M.-F., Salles J.-F., Yon J.-B. 2016. (Eds.)** *Ports of the Ancient Indian Ocean*. Delhi: Primus Books.
- Boxer Ch. R. 1965.** *The Dutch Seaborne Empire 1600–1800*. New York, NY: Alfred A. Knopf.
- Brady (Jr) T. A. 1997.** The Rise of Merchant Empires 1400–1700. *The Political Economy of Merchant Empires. State Power and World Trade 1350–1759* / Ed. by J. D. Tracy, pp. 117–160. New York, NY: Cambridge University Press.
- Brain-Computer Interface.** From Wikipedia, the Free Encyclopedia. URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Brain%E2%80%93computer\\_interface](http://en.wikipedia.org/wiki/Brain%E2%80%93computer_interface).
- Brain-Computer Interfaces: Principles and Practice. 2011.** URL: <https://books.google.com/books?hl=ru&lr=&id=ILZpAgAAQBAJ&pgis=1>.
- Braudel F. 1973.** *Capitalism and Material Life, 1400–1800*. New York, NY: Harper and Row.
- Braudel F., Spooner F. 1980.** Prices in Europe from 1450 to 1750. *The Cambridge Economic History of Europe*. Vol. 4. *The Economy of Expanding Europe in the Sixteenth and Seventeenth Centuries* / Ed. by E. E. Rich, and C. H. Wils, pp. 378–486. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bray F. 1984.** Agriculture. *Science and Civilization in China*. P. 2. *Biology and Biological Technology*. Vol. 6 / Ed. By J. Needham. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Bree B. van, Verbong G. P. J., Kramer G. J. 2010.** A Multi-level Perspective on the Introduction of Hydrogen and Battery-electric Vehicles. *Technological Forecasting & Social Change* 77: 529–540.
- Bresnahan T. F., Trajtenberg M. 1995.** General Purpose Technologies: “Engines of Growth”? *Journal of Econometrics* 65(1): 83–108.
- Brown K. 2000.** The Human Genome Business Today. *Scientific American* 282/1: 50–55.
- Brown S. 1987.** *The Causes and Prevention of War*. New York, NY: St. Martin Press.
- Bryner J. 2008.** Egyptian Tomb Holds First Known Domesticated Donkeys. *Live Science* March 11. URL: <http://www.foxnews.com/story/2008/03/11/egyptian-tomb-holds-first-known-domesticated-donkeys/>.
- Bulmer S. 2002.** City Without a State? Urbanisation in Pre-European Taamaki-makau-rau (Auckland, New Zealand). *The Development of Urbanism from a Global Perspective* / Ed. by P. J. J. Sinclair, pp. 143–162. Uppsala: Uppsala Universitet.
- Burnham J. 1941.** *The Managerial Revolution*. New York: Van Rees Press.
- Burns A. F., Mitchell W. C. 1946.** *Measuring Business Cycles*. New York: National Bureau of Economic Research.
- Cantrell J., Cookson G. 2002. (Eds.)** *Henry Maudslay and the Pioneers of the Machine Age*. Stroud: Tempus.
- Carneiro R. 1970.** Theory of the Origin of the State. *Science* 169: 733–738.
- Carneiro R. 1978.** Political Expansion as an Expression of the Principle of Competitive Exclusion. *Origins of the State* / Ed. by R. Cohen, E. R. Service, pp. 205–223. Philadelphia, PA: Institute for the Study of Human Issues.
- Carneiro R. 2000.** *The Muse of History and the Science of Culture*. New York: Kluwer Academic; Plenum Publishers.
- Carneiro R. 2002.** Was the Chiefdom a Congelation of Ideas? *Social Evolution and History* 1/1: 80–100.
- Carneiro R. 2012.** The Circumscription Theory: A Clarification, Amplification, and Reformulation? *Social Evolution and History* 11(2): 5–30.
- Carus-Wilson E. 1941.** An Industrial Revolution of the Thirteenth Century. *Economic History Review* 11: 39–60.
- Carus-Wilson E. 1987.** The Woolen Industry. *The Cambridge Economic History of Europe*. Vol. 2. *Trade and Industry in the Middle Ages* / Ed. by M. M. Postan, E. Miller, pp. 614–692. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

- Cauvin J. 2000.** *The Birth of the Gods and the Origins of Agriculture*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Cava M. della. 2015.** Visiting the Future in Mercedes' F 015 Autonomous Car. *USA Today* March 19. URL: <http://www.usatoday.com/story/tech/2015/03/18/mercedes-benz-f015-autonomous-car-first-ride/24964341>.
- Cavalcanti A., Shirinzadeh B., Zhang M., Kretly L. C. 2008.** Nanorobot Hardware Architecture for Medical Defense. *Sensors* 8/5: 2932–2958.
- Ceresana Research. 2011.** Market Study: Bioplastics. URL: <http://www.ceresana.com/en/market-studies/plastics/bioplastics/>.
- Chamberlain J. E. 2006.** *Horse: How the Horse has Shaped Civilizations*. New York, NY: Blue Bridge.
- Champion T. et al. 1984.** *Prehistoric Europe*. London: Academic Press.
- Chang K. C. 1974.** Urbanism and the King in Ancient China. *World Archaeology* 6/1: 1–14.
- Chase-Dunn Ch., Hall T. D. 1997.** *Rise and Demise: Comparing World-Systems*. Boulder, CO: Westview Press.
- Chase-Dunn Ch., Podobnik B. 1995.** The Next World War: World-System Cycles and Trends. *Journal of World-Systems Research* 1/6: 1–47.
- Chase-Dunn C., Niemeyer R., Alvarez A., Inoue H., Love J. 2010.** Cycles of Rise and Fall, Upsweeps and Collapses: Changes in the scale of settlements and politics since the Bronze Age. *History & Mathematics: Processes and Models of Global Dynamics* / Eds. L. E. Grinin, P. Herrmann, A. V. Korotayev, A. Tausch, pp. 64–91. Volgograd: Uchitel.
- Chaunu P. 1979.** *European Expansion in the Later Middle Ages*. Amsterdam: North Holland Pub. Co.
- Childe G. 1948.** *What Happened in History*. Harmondsworth: Penguin Books.
- Childe G. 1952.** *New Light on the Most Ancient East*. 4<sup>th</sup> ed. London: Routledge & Paul.
- Christian D. 2004.** *Maps of Time: An introduction to Big History*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Cipolla C. M. 1976a.** Introduction. *The Industrial Revolution, 1700–1914* / Ed. by C. M. Cipolla, pp. 7–21. London; New York, NY: Harvester Press – Barnes & Noble.
- Cipolla C. M. 1976b. (Ed.)** *The Industrial Revolution, 1700–1914*. London; New York: Harvester Press, Barnes & Noble.
- Cipolla C. M. 1978.** *The Economic History of World Population*. Harmondsworth: Penguin.
- Cipolla C. M. 1981.** *Before the Industrial Revolution: European Society and Economy, 1000–1700*. London: Routledge.
- Claessen H. J. M. 2000.** *Structural Change: Evolution and Evolutionism in Central Anthropology*. Leiden: CNWS Press.
- Claessen H. J. M. 2004.** Was the State Inevitable? *The Early State, Its Alternatives and Analogues* / Ed. by L. E. Grinin et al., pp. 72–87. Volgograd: Uchitel.
- Claessen H. J. M. 2011.** On Chiefs and Chiefdoms. *Social Evolution & History* 10(1): 5–26.
- Clark C. 1957.** *The Conditions of Economic Progress*. London: Macmillan.
- Clark G. 2001.** Farm Wages and Living Standards in the Industrial Revolution: England, 1670–1869. *Economic History Review* 54/3: 477–505.
- Clark G. 2003.** Agricultural Wages. *The Oxford Encyclopedia of Economic History* / Ed. by J. Mokyr. Vol. 1, pp. 59–65. Oxford: Oxford University Press.
- Clark G. 2005.** The Condition of the Working Class in England, 1209–2004. *Journal of Political Economy* 113/6: 1307–1340.
- Clark G. 2007.** *A Farewell to Alms: A Brief Economic History of the World*. Princeton; Oxford: Princeton University Press.
- Clark J. G. D. 1966.** *Prehistoric Europe: The Economic Basis*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Clarkson L. A. 1971.** *The Pre-Industrial Economy, 1500–1750*. London: Batsford.
- Clive J. 2011.** *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops*. ISAAA Briefs. Ithaca, NY: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications.
- Clottes J. 2003.** *Chauvet Cave: The Art of Earliest Times*. Salt Lake City, UT: University of Utah Press.

- Clottes J. 2008.** *Cave Art*. London; New York, NY: Phaidon Press.
- Clynes M. E., Kline N. S. 1960.** Cyborgs and Space. *Astronautics* 14/9: 26–27; 74–76.
- Cobean R. H., Coe M. D., Perry E. A., Turekian K. K., Kharkar D. P. 1971.** Obsidian Trade at San Lorenzo Tenochtitlan, Mexico. *Science* 174: 666–671.
- Cohen M. N. 1977.** *The Food Crisis in Prehistory. Overpopulation and the Origins of Agriculture*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Colin McGinn 1999.** “Hello HAL”. *The New York Times Book Review*, January 3.
- Concept Clever Boxing Gloves. 2015.** URL: <http://itechfuture.com/concept-clever-boxing-gloves>.
- Concept of Sports Car on Solar Batteries. 2015.** URL: <http://itechfuture.com/concept-of-sports-car-on-solar-batteries>.
- Concept Smart Basketball. 2015.** URL: <http://itechfuture.com/concept-smart-basketball>.
- Concept Solar Boat for Express Delivery. 2015.** URL: <http://itechfuture.com/concept-solar-boat-for-express-delivery>.
- Conference Board. 2011.** *The Conference Board Total Economy Database*, January 2011. URL: <http://www.conference-board.org/data/economydatabase/>.
- Crafts N. F. R. 2004.** Steam as a General Purpose Technology: A Growth Accounting Perspective. *Economic Journal* 114/495: 338–351.
- Craig L., Garcia-Iglesias C. 2010.** Business Cycles. *The Cambridge Economic History of Modern Europe: 1700–1870*. Vol. 1 / Ed. by S. Broadberry, K. H. O'Rourke, pp. 122–146. Cambridge: Cambridge University Press.
- Culotta E. 1999.** A New Human Ancestor? *Science* 284: 572–573.
- Cummings Th. G. 1978.** Self-Regulating Work Groups: A Socio-Technical Synthesis. *The Academy of Management Review* 3/3: 625. DOI:10.2307/257551.
- Curtis G. 2007.** *The Cave Painters: Probing the Mysteries of the World's First Artists*. New York, NY: Anchor Books.
- Dahrendorf R. 1976.** Changes in the Class Structure of Industrial Societies. *Social Inequality* / Ed. by A. Beteille, pp. 93–121. Harmondsworth: Penguin Books.
- Danko S. F., Doxey W. L., McNaul J. P. 1959.** The Micro-Module: A Logical Approach to Microminiaturization. *Proceedings of the IRE* 47/5: 894–903.
- Das G. G. 2007.** Information Age to Genetic Revolution: Embodied Technology Transfer and Assimilation – A Tale of Two Technologies. *Technological Forecasting and Social Change* 74(6): 819–842. URL: <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.07.001>.
- Dator J. 2006.** Alternative Futures for K-Waves. *Kondratieff Waves, Warfare and World Security* / Ed. by T. C. Devezas, pp. 311–317. Amsterdam: IOS Press.
- Davis L. J. 1998.** *Fleet Fire: Thomas Edison and the Pioneers of the Electric Revolution*. New York, NY: Doubleday.
- Davis V. A. 2013.** Nanotechnology for Everyone. *Journal of STEM Education: Innovations and Research* 14(4): 5.
- Debeir J.-Cl., Deléage J.-P., Hémerly D. 1991.** *In the Servitude of Power. Energy and Civilization through the Age*. London: Zed Books.
- della Cava M. 2015.** *Captain Kirk, Your Mercedes F 015 Awaits*. URL: <http://www.usatoday.com/story/tech/2015/01/06/mercedes-f-015-luxury-in-motion-debuts-at-consumer-electronics-show/21359239>.
- Demire P., Mazzucato M. 2008.** The Evolution of Firm Growth Dynamics in the US Pharmaceutical Industry: Is ‘Structure’ in the Growth Process Related to Size and Location Dynamics? *IKD Working Paper* No. 38/09: 1–28.
- Deng G. 1999.** *The Premodern Chinese Economy: Structural Equilibrium and Capitalist Sterility*. London: Routledge.
- Denham T. P., Haberle S. G., Lentfer C. et al. 2003.** Origins of Agriculture at Kuk Swamp in the Highlands of New Guinea. *Science* 301/5630: 189–193. URL: <http://www.sciencemag.org/content/301/5630/189>.

- Denison E. 1985.** *Trends in American Economic Growth, 1929–1982*. Washington, DC: The Brookings Institution.
- Dennison T., Simpson J. 2010.** Agriculture. *The Cambridge Economic History of Modern Europe. 1700–1870* / Ed. by S. Broadberry, K. H. O'Rourke. Vol. 1, pp. 147–163. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Dickert F. L., Hayden O., Halikias K. P. 2001.** Synthetic Receptors as Sensor Coatings for Molecules and Living Cells. *Analyst* 126: 766–771.
- Dickson D. 1983.** Technology and Cycles of Boom and Bust. *Science* 219/4587: 933–936.
- Dietrich T. 2016.** NASA Seeks Partners on Brain-enabled Technology. *Daily Press* January 18. URL : <http://www.dailypress.com/news/science/dp-nws-nasa-zone-biofeedback-20160118-story.html>.
- Dietz F. 1927.** *The Industrial Revolution*. New York, NY: Holt.
- Diffie B., Winius G. D. 1977.** *Foundations of the Portuguese Empire, 1415–1580*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Dillehay T. D., Rossen J., Ugent D., Karathanasis A., Vásquez V., Netherly P. J. 2010.** Early Holocene Coca Chewing in Northern Peru. *Antiquity* 84/326: 939–953.
- Dixon J. E., Cann J. R., Renfrew C. 1968.** Obsidian and the Origins of Trade. *Scientific American* 218/3: 38–46.
- Dosi G. 1984.** *Technical Change and Industrial Transformation*. NY: St. Martin's Press.
- Drennan R. D., Hanks B. K., Peterson Ch. E. 2011.** The Comparative Study of Chiefly Communities in the Eurasian Steppe Region. *Social Evolution & History* 10/1: 149–186.
- Drexler E. K. 1987.** *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*. New York: Anchor Press, Doubleday.
- Drexler E. K. 1992.** *Nano-Systems: Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation*. New York: John Wiley & Sons.
- Drexler K. E. 2013.** *Radical Abundance: How a Revolution in Nanotechnology will Change Civilization*. New York: Public Affairs.
- Drucker P. F. 1995.** *Post-Capitalist Society*. New York: Harper Business.
- Drucker P. F. 1996.** *Landmarks of Tomorrow*. New Brunswick; London: Transaction Publishers.
- Duijn J. J. van. 1983.** *The Long Wave in Economic Life*. Boston, MA: Allen and Unwin.
- Earle T. 2011.** Chiefs, Chieftaincies, Chiefdoms, and Chiefly Confederacies: Power in the Evolution of Political Systems. *Social Evolution & History* 10/1: 27–54.
- Ecker O., Breisinger C., Pauw K. 2011.** *Growth is Good, but not Good Enough to Improve Nutrition*. New Delhi: International Food Policy Research Institute.
- Eichengreen B. 2007.** *The European Economy Since 1945*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Ekholm K. 1977.** External Exchange and Transformation of Central African Social Systems. *The Evolution of Social Systems* / Ed. by J. Friedman, M. Rowlands, pp. 115–136. London: Duckworth.
- Ellul J. 1964.** *The Technological Society*. New York: Vintage Books.
- Ellul J. 1975.** *Trahison de l'Occident*. Paris: Calmann-Lévy.
- Ellul J. 1982.** *Changer de révolution: L'inéluctable prolétariat*. Paris: Seuil.
- Ellul J. 1984.** *La subversion du Christianisme*. Paris: Seuil.
- Elvin M. 1973.** *The Pattern of the Chinese Past*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Engberg D. 2016.** The Neurologist Who Hacked His Brain – and Almost Lost His Mind. *Wired* January 26. URL: <http://www.wired.com/2016/01/phil-kennedy-mind-control-computer>.
- Essinger J. 2004.** *Jacquard's Web: How a Hand-Loom Led to the Birth of the Information Age*. Oxford: Oxford University Press.
- Evenson R. E., Gollin D. 2003.** Assessing the Impact of the Green Revolution, 1960 to 2000. *Science* 300: 758–762.
- Ewijk C. van. 1982.** A Spectral Analysis of the Kondratieff Cycle. *Kyklos* 35/3: 468–499.
- FAO. 2004.** *The State of Food and Agriculture 2003–2004*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Fattovich R. 2002.** The Development of Urbanism in the Northern Horn of Africa in Ancient and Medieval Times. *The Development of Urbanism from a Global Perspective* / Ed. by P. J. J. Sinclair. Uppsala: Uppsala Universitet.
- Feinman G. M. 2012.** Circumscription Theory and Political Change: From Determinism to Mechanisms and Parameters. *Social Evolution & History* 11(2): 44–47.
- Ferrari M. 2006. (Ed.)** *BioMEMS and Biomedical Nanotechnology*. New York: Springer.
- Feurwerker A. 1995.** *Studies in the Economic History of the Late Imperial China: Handicraft, Modern Industry, and the State*. Ann Arbor, MI: Center for Chinese Studies.
- Fisher A. G. B. 1939.** Production, Primary, Secondary and Tertiary. *Economic Record* (March).
- Fisher D. 1989.** *The Price Revolution: A Monetary Interpretation*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Flinn M. W. 1959.** Timber and the Advance of Technology. *Annals of Science* 15: 109–120.
- Flohn H., Fantechi R. (1984). (Eds.)** *The Climate of Europe: Past, Present and Future*. Dordrecht – Boston; Lancaster: D. Reidel Publishing Company.
- Foerster H. von, Zopf G. 1962. (Eds.)** *Principles of Self-organization*. New York: Pergamon Press.
- Forbes R. J. 1956.** Power. *A History of Technology. The Mediterranean Civilizations and the Middle Ages, c. 700 B.C. to c. A.D. 1500*. Vol. 2 / Ed. by Ch. Singer et al., pp. 601–606. London: Oxford University Press.
- Fourastie J. 1958.** *La progres technique et revolution economique*. Paris: A. Colin.
- Foxconn** переходит на роботизированные производственные линии. **2015.** URL: <http://4pda.ru/2015/05/08/218922/>.
- Frank A. G. 1997.** Asia Comes Full Circle – with China as the ‘Middle Kingdom’. *Humboldt Journal of Social Relations* 76(2): 7–20.
- Frank A. G. 1998.** *ReOrient: Global Economy in the Asian Age*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Frank A. G., Gills B. K. (Eds.) 1993.** *The World System: Five Hundred Years of Five Thousand?* London: Routledge.
- Franklin-Wallis O. 2015.** World's First Robot Chef Wants to Make you Crab Bisque. *Wired* April 14. URL: <http://www.wired.co.uk/news/archive/2015-04/13/robot-chef-mobey-video>.
- Freeman C. 1987.** Technical Innovation, Diffusion, and Long Cycles of Economic Development. *The Long-Wave Debate* / Ed. by T. Vasko, pp. 295–309. Berlin: Springer.
- Freeman C., Louçã F. 2001.** *As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Fried M. H. 1967.** *The Evolution of Political Society. An Essay in Political Anthropology*. New York: Random House.
- Fried M. H. 1978.** The State, the Chicken, and the Egg; or What Came First? *Origins of the State* / Ed. by R. Cohen, E. R. Service, pp. 35–48. Philadelphia: Institute for the Study of Human Issues.
- Fuchs V. 1998.** *Provide, Provide: The Economics of Aging*. NBER Working Paper no. 6642. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. URL: <http://www.nber.org/papers/w6642.pdf>.
- Fukuyama F. 2002.** *Our Posthuman Future: Consequences of the Biotechnology Revolution*. New York: Picador.
- Fung E. T., Thulasiraman V., Weinberger S. R., Dalmasso E. A. 2001.** Protein Biochips for Differential Profiling. *Curr. Opin. Biotechnol.* 12/1: 65–69.
- Gamble C. 1986.** *The Paleolithic Settlement of Europe*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gellner E. 1984.** *Nations and Nationalism*. Oxford: Blackwell.
- Gibbons A. Y. 1997.** Chromosome Shows That Adam Was an African. *Science* 278: 804–805.
- Gibson D. B. 2011.** Chiefdom Confederacies and State Origins. *Social Evolution & History* 10/1: 215–233.
- Gieysztor A. 1987.** Trade and Industry in Eastern Europe before 1200. *The Cambridge Economic History of Europe*. Vol. 2. *Trade and Industry in the Middle Ages* / Ed. by M. M. Postan, E. Miller, pp. 474–524. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

- Gille B. 1969.** The Problems of Power and Mechanization. *A History of Technology and Invention: Progress through the Ages*. Vol. 1. *The Origins of Technological Civilization* / Ed. by M. Daumas; transl. by E. B. Hennessy. New York, NY.
- Gimpel J. 1992.** *The Medieval Machine: The Industrial Revolution of the Middle Ages*. 2<sup>nd</sup> ed. London: Pimlico.
- Giovanetti G., Jaggi G., Bialojan S. 2013.** *Beyond Borders*. Biotechnology Industry Report 2013. N. p.: Ernst & Young.
- Global Funding Forecast 2010.** *R&D Magazine*. URL: <http://www.rdmag.com/digital-editions/2009/12/2010-r-d-magazine-global-funding-forecast>.
- Goebel T., Waters M. R., O'Rourke D. H. 2008.** The Late Pleistocene Dispersal of Modern Humans in the Americas. *Science* 319: 1497–1502.
- Goldstein J. 1988.** *Long Cycles: Prosperity and War in the Modern Age*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Goldstone J. A. 1984.** Urbanization and Inflation: Lessons from the English Price Revolution of the Sixteenth and Seventeenth Centuries. *The American Journal of Sociology* 89/5: 1122–1160.
- Goldstone J. A. 1988.** East and West in the Seventeenth Century: Political Crises in Stuart England, Ottoman Turkey and Ming China. *Comparative Studies in Society and History* 30: 103–142.
- Goldstone J. A. 1991.** *Revolution and Rebellion in the Early Modern World*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Goldstone J. A. 2000.** The Rise of the West – or Not? A Revision to Socio-Economic History. *Sociological Theory* 18/2: 173–194.
- Goldstone J. A. 2002a.** Efflorescences and Economic Growth in World History: Rethinking the 'Rise of the West' and the British Industrial Revolution. *Journal of World History* 13: 323–389.
- Goldstone J. 2002b.** Population and Security: How Demographic Change Can Lead to Violent Conflict. *Journal of International Affairs* 56/1: 11–12.
- Goldstone J. A. 2007a.** Unraveling the Mystery of Economic Growth. A Review of Gregory Clark's 'A Farewell to Alms: A Brief Economic History of the World'. *World Economics* 8/3: 207–225.
- Goldstone J. A. 2007b.** A Review of Gregory Clark's *A Farewell to Alms: A Brief Economic History of the World*. Princeton; Oxford: Princeton University Press.
- Goldstone J. A. 2009a.** *Why Europe? The Rise of the West in World History. 1500–1850*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Goldstone J. A. 2009b.** The Origins of Capitalism and the Rise of the West. *The British Journal of Sociology* 60/3: 651–653.
- Goldstone J. A. 2012.** Is Islam Bad for Business? *Perspectives on Politics* 10/1: 97–102.
- Goldstone J. A. 2013.** The Origins of Western Superiority – A Comment on Modes of Meta-History and Duchesne's Indo-Europeans. *Cliodynamics: The Journal of Theoretical & Mathematical History* 4/1: 54–66.
- Goody J. 1996.** *The East in the West*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Goody J. 2004.** *Capitalism and Modernity: The Great Debate*. Cambridge, MA: Polity Press.
- Gould J. D. 1972.** *Economic Growth in History*. London: Methuen.
- Grill W. M., Norman S. E., Bellamkonda R. V. 2009.** Implanted Neural Interfaces: Biochallenges and Engineered Solutions. *Annu. Rev. Biomed. Eng.* 11: 1–24.
- Grinin L. E. 2003.** The Early State and its Analogues. *Social Evolution and History* 1: 131–176.
- Grinin L. E. 2004.** The Early State and its Analogues: A Comparative Analysis. *The Early State, Its Alternatives and Analogues* / Ed. by L. E. Grinin et al., pp. 88–136. Volgograd: Uchitel.
- Grinin L. E. 2007.** Production Revolutions and Periodization of History: A Comparative and Theoretic-Mathematical Approach. *Social Evolution & History* 6/2: 11–55.
- Grinin L. E. 2008.** Early State, Developed State, Mature State: Statehood Evolutionary Sequence. *Social Evolution & History* 7/1: 67–81.
- Grinin L. E. 2011a.** Complex Chiefdom: Precursor of the State or Its Analogue? *Social Evolution & History* 10/1: 234–275.

- Grinin L. E. 2011b.** *The Evolution of Statehood. From Early State to Global Society.* Saarbrücken: Lambert Academic Publishing.
- Grinin L. E. 2012.** *Macrohistory and Globalization.* Volgograd: Uchitel.
- Grinin L. E., Grinin A. L. 2013.** Global Technological Transformations. *Globalistics and Globalization Studies: Theories, Research & Teaching.* Yearbook / Ed. by L. E. Grinin, I. V. Ilyin, A. V. Korotayev, pp. 98–128. Volgograd: Uchitel.
- Grinin L. E., Grinin A. L. 2015.** Global Technological Perspectives in the Light of Cybernetic Revolution and Theory of Long Cycles. *Journal of Globalization Studies* 6(2).
- Grinin L. E., Ilyin I. V., Andreev A. I. 2016.** World Order in the Past, Present, and Future. *Social Evolution & History* 15/1 (in print).
- Grinin L. E., Korotayev A. V. 2009.** The Epoch of the Initial Politogenesis. *Social Evolution & History* 8/1: 52–91.
- Grinin L. E., Korotayev A. V. 2010.** Will the Global Crisis Lead to Global Transformations. 1. The Global Financial System: *Pros and Cons.* *Journal of Globalization Studies* 1/1: 70–89.
- Grinin L. E., Korotayev A. V. 2011.** Chiefdoms and Their Analogues: Alternatives of Social Evolution at the Societal Level of Medium Cultural Complexity. *Social Evolution and History.* Special Issue. *Chiefdoms: Theories, Problems, and Comparisons.* 10/1: 276–335.
- Grinin L. E., Korotayev A. V. 2012.** Emergence of Chiefdoms and States: A Spectrum of Opinions. *Social Evolution and History* 11/2: 191–204.
- Grinin L. E., Korotayev A. V. 2013.** Globalization and the World System Evolution. In Grinin, L. E., Korotayev, A. V. (eds.), *Evolution: Development within Big History, Evolutionary and World-System Paradigms* (pp. 30–68). Volgograd: 'Uchitel' Publishing House.
- Grinin L. E., Korotayev A. V. 2014a.** Interaction between Kondratieff Waves and Juglar Cycles / *Kondratieff Waves. Juglar – Kuznets – Kondratieff.* Yearbook / Ed. by L. E. Grinin, T. C. Devezas, A. V. Korotayev, pp. 25–95. Volgograd: Uchitel.
- Grinin L. E., Korotayev A. V. 2014b.** Globalization and the Shifting of Global Economic-Political Balance. *The Dialectics of Modernity – Recognizing Globalization. Studies on the Theoretical Perspectives of Globalization* / Ed. By E. Kiss, pp. 184–207. Budapest: Arisztotelész Kiadó (Publisher house Arisztotelész).
- Grinin L. E., Korotayev A. V. 2014c.** Origins of Globalization in the Framework of the Afroeurasian World-System History. *Journal of Globalization Studies* 5/1: 32–64.
- Grinin L., Korotayev A. 2014d.** Revolution and Democracy in the Context of the Globalization. *The Dialectics of Modernity – Recognizing Globalization. Studies on the Theoretical Perspectives of Globalization* / Ed. by E. Kiss, pp. 119–140. Budapest: Arisztotelész Kiadó (Publisherhouse Arisztotelész).
- Grinin L. E., Korotayev A. V. 2015a.** *Great Divergence and Great Convergence: A Global Perspective.* N. p.: Springer.
- Grinin L. E., Korotayev A. V. 2015b.** Global Population Ageing, the Sixth Kondratieff Wave, and the Global Financial System. *History & Mathematics: Political Demography & Global Ageing* / Eds. J. A. Goldstone, L. E. Grinin, A. V. Korotayev, pp. 81–106. Volgograd: 'Uchitel' Publishing House.
- Grinin L., Korotayev A., Malkov S. 2010.** A Mathematical Model of Juglar Cycles and the Current Global Crisis. *History & Mathematics. Processes and Models of Global Dynamics* / Ed. by L. Grinin, P. Herrmann, A. Korotayev, A. Tausch, pp. 138–187. Volgograd: Uchitel.
- Guidi A. 2012.** Carneiro and the Archaeology of War: A Comment from a Prehistorian. *Social Evolution & History* 11(2): 56–57.
- Gunawardana R. A. L. H. 1981.** Social Function and Political Power: A Case Study of State Formation in Irrigation Society. *The Study of the State* / Ed. by H. J. M. Claessen, P. Skalnik, pp. 219–245. The Hague: Mouton.
- Gupta A. K. 2004.** Origin of Agriculture and Domestication of Plants and Animals Linked to Early Holocene Climate Amelioration. *Current Science* 87/1: 54–59.
- Gurdon J. B., Colman A. 1999.** The Future of Cloning. *Nature* 402/6763: 743–746.
- Gvozdozer M. 1989.** The Typology of Female Figurines of the Kostenki Paleolithic Culture. *Soviet Anthropology and Archeology* 27: 32–94.



- Gvozdozer M. 1995.** *Art of the Mammoth Hunters. The Finds from Avdeevo*. Oxford: Oxbow Books.
- Haberler G. 1964[1937].** *Prosperity and Depression. Theoretical Analysis of Cyclical Movements*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Hall A. R. 1980.** Scientific Method and the Progress of Techniques. *The Cambridge Economic History of Europe*. Vol. 4. *The Economy of Expanding Europe in the Sixteenth and Seventeenth Centuries* / Ed. by E. E. Rich, C. H. Wilson, pp. 96–154. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Hammersley G. 1957.** Crown Woods and the Exploitation in the Sixteenth and Seventeenth Centuries. *Bulletin of the Institute of Historical Research* 30: 136–161.
- Harris D. R. 1977.** Alternative Pathways toward Agriculture. *The Origins of Agriculture* / Ed. by C. A. Read, pp. 179–244. The Hague: Mouton.
- Harris M. 1991.** *Cannibals and Kings*. New York, NY: Vintage Books.
- Harris M. 1997.** *Culture, People, Nature: An Introduction to General Anthropology*. 7<sup>th</sup> ed. New York, NY: Longman.
- Harris J. 2010.** *Enhancing Evolution: The Ethical Case for Making Better People*. Princeton: Princeton University Press.
- Harris D., Hillman G. 1989.** An Evolutionary Continuum of People-Plant Interaction. *Foraging and Farming. The Evolution of Plant Exploitation* / Ed. by D. R. Harris, G. C. Hillman, pp. 11–27. London: Unwin Hyman.
- Hart M. T. 1989.** Cities and Statemaking in the Dutch Republic. 1580–1680. *Theory and Society* 18/5: 663–687.
- Hartwell R. M. 1976.** The Service Revolution: The Growth of Services in Modern Economy 1700–1914. *The Industrial Revolution: 1700–1914* / Ed. by C. M. Cipolla, pp. 358–396. London: Harvester.
- Hatcher J. 1993.** *The History of the British Coal Industry*. Vol. 1. *Before 1700: Towards the Age of Coal*. Oxford: Oxford University Press.
- Hayek F. A. von. 1931.** *Prices and Production*. London: Routledge.
- Hayek F. A. von. 1933.** *Monetary Theory and the Trade Cycle*. London: Jonathan Cape.
- Helleman A., Bunch B. 1988.** *The Timetables of Science*. New York, NY: Simon and Schuster.
- Helpman E. 1998. (Ed.)** *General Purpose Technologies and Economic Growth*. Cambridge, MA.: The MIT Press.
- Henderson W. O. 1961.** *The Industrial Revolution on the Continent: Germany, France, Russia, 1800–1914*. London: F. Cass.
- Henshilwood C. S. et al. 2011.** A 100,000-Year-Old Ochre Processing Workshop at Blombos Cave, South Africa. *Science* 334/6053: 219–222.
- Hill Ch. 1955.** *The English Revolution, 1640*. 3<sup>rd</sup> ed. London: Lawrence & Wishart.
- Hirooka M. 2006.** *Innovation Dynamism and Economic Growth. A Nonlinear Perspective*. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar.
- Ho Ping-ti 1956.** Early-Ripening Rice in Chinese History. *Economic History Review* 9: 200–218.
- Hobson J. M. 2004.** *The Eastern Origins of Western Civilization*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Holden C. 1998.** No Last Word on Language Origins. *Science* 282: 1455–1458.
- Holdrege C. 2010.** *Beyond Biotechnology: The Barren Promise of Genetic Engineering*. Lexington, KY: University Press of Kentucky.
- Howell O'Neill P. 2014.** These Self-learning Robots will 3-D Print More Robots. November 12. URL: <http://www.dailydot.com/technology/3d-printed-robots-explore/>
- Huang P. C. C. 1990.** *The Peasant Family and Rural Development in the Yangzi Delta, 1350–1988*. Stanford: Stanford University Press.
- Huang P. C. C. 2002.** Development or Involution in Eighteenth-Century Britain and China? A Review of Kenneth Pomeranz's "The Great Divergence: China, Europe, and the Making of the Modern World Economy". *The Journal of Asian Studies* 61/2: 501–538.
- Ibn Khaldūn, `Abd al-Rahman. 1958.** *The Muqaddimah: An Introduction to History*. New York, NY: Pantheon Books (Bollingen Series, 43).

- Ingold T. 1980.** *Hunters, Pastoralists, and Ranchers: Reindeer Economies and Their Transformations*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ingold T. 2002.** On the Distinction between Evolution and History. *Social Evolution and History* 1/1: 5–24.
- Innovative the Smart Apartment Mini-garden. 2015.** *Future Technology* November 8. URL: <http://itechfuture.com/innovative-the-smart-apartment-mini-garden/>.
- Islam N., Miyazaki K. 2009.** Nanotechnology Innovation System: Understanding Hidden Dynamics of Nanoscience Fusion Trajectories. *Technological Forecasting and Social Change* 76/1: 128–140. DOI 10.1016/j.techfore.2008.03.021.
- Islam N., Miyazaki K. 2010.** An Empirical Analysis of Nanotechnology Research Domains. *Technovation* 30/4: 229–237.
- Issawi Ch. 1980.** Europe, the Middle East and the Shift in Power: Reflections on a Theme by Marshall Hodgson. *Comparative Studies in Society and History* 22: 487–504.
- Issawi Ch. 1991.** Technology, Energy, and Civilization: Some Historical Observations. *International Journal of Middle East Studies* 23/3: 281–289.
- ISO 2005.** TC 229 Nanotechnologies. URL: [http://www.iso.org/iso/iso\\_technical\\_committee?commid=381983](http://www.iso.org/iso/iso_technical_committee?commid=381983).
- Israel J. I. 1995.** *The Dutch Republic, Its Rise, Greatness, and Fall. 1477–1806*. Oxford: Clarendon Press.
- Johnson A. H. 1955.** *Europe in the Sixteenth Century: 1494–1598*. London: Rivingtons.
- Jones R. D. S. 1969. (Ed.)** *Unity and Diversity in Systems*. New York, NY: Gordon and Breach.
- Jones J. R. 1996.** *The Anglo-Dutch Wars of the Seventeenth Century*. London; New York, NY: Longman.
- Jonnes J. 2003.** *Empires of Light: Edison, Tesla, Westinghouse, and the Race to Electrify the World*. New York, NY: Random House.
- Joy B. 2000.** Why the Future doesn't Need Us. *Wired* 8. April 04. URL: <http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy.html>.
- Jotterand F. 2008.** *Emerging Conceptual, Ethical and Policy Issues in Bionanotechnology*. Vol. 101. N. p.: Springer Science & Business Media.
- Jourdon Ph. 2008.** *La monnaie unique europeenne et son lien au developpement economique et social coordonne: une analyse cliometrique*. Thèse. Montpellier: Université Montpellier I.
- Juglar C. 1862.** *Des crises commerciales et de leur retour périodique en France, en Angleterre et aux États-Unis*. Paris: Guillaumin.
- Juglar C. 1889.** *Des crises commerciales et de leur retour périodique en France, en Angleterre et aux États-Unis*. 2<sup>nd</sup> ed. Paris: Alcan.
- Kahn H. 1983.** *The Coming Boom: Economic, Political and Social*. New York: Simon & Schuster.
- Kanefsky J. 1979.** *The Diffusion of Power Technology in British Industry*. PhD Dissertation. Exeter: University of Exeter.
- Kaufman D. 1999.** *Archeological Perspectives on the Origins of Modern Humans. A View from Levant*. Westport, CT: Bergin & Garvey.
- Keeley L. 1996.** *War before Civilization*. New York: Oxford University Press.
- Kehoe A. B. 1992.** *North American Indians: A Comprehensive Account*. 2<sup>nd</sup> ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Keller C. 2010.** Furs, Fish, and Ivory: Medieval Norsemen at the Arctic Fringe. *Journal of the North Atlantic* 3: 1–23.
- Kenyon K. M. 1981.** *Excavations at Jericho*. Vol. 3. Jerusalem: British School of Archaeology.
- King R. D., Rowland J., Oliver S. G. et al. 2009.** The Automation of Science. *Science* 324/5923: 85–89.
- Kirkland E. C. 1961.** *Industry Comes of Age, Business, Labor, and Public Policy, 1860–1897*. New York, NY: Holt, Rinehart, and Winston.
- Kleinknecht A. 1981.** Innovation, Accumulation, and Crisis: Waves in Economic Development? *Review* 4/4: 683–711.
- Kleinknecht A. 1987.** *Innovation Patterns in Crisis and Prosperity: Schumpeter's Long Cycle Reconsidered*. London: Macmillan.

- Kleinknecht A., van der Panne G. 2006.** Who Was Right? Kuznets in 1930 or Schumpeter in 1939? *Kondratieff Waves, Warfare and World Security* / Ed. by T. C. Devezas, pp. 118–127. Amsterdam: IOS Press.
- Knowles L. C. A. 1937.** *The Industrial and Commercial Revolutions in Great Britain during the Nineteenth Century*. London: Routledge; New York: Dutton.
- Komlos J., Artzrouni M. 1990.** Mathematical Investigations of the Escape from the Malthusian Trap. *Mathematical Population Studies* 2: 269–287.
- Kopetz H. 2013.** Renewable Resources: Build a Biomass Energy Market. *Nature* 494/7435: 29–31. DOI: 10.1038/494029a.
- Korotayev A. V., Grinin L. E. 2006.** Urbanization and Political Development of the World System: A Comparative Quantitative Analysis. *History and Mathematics. Historical Dynamics and Development of Complex Societies* / Ed. by P. Turchin, L. Grinin, V. C. de Munck, A. Korotayev, pp. 115–153. Moscow: URSS.
- Kostoff R. N., Koytcheff R. G., Lau C. G. Y. 2007.** Global Nanotechnology Research Literature Overview. *Technological Forecasting and Social Change* 74(9): 1733–1747. URL: <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2007.04.004>.
- Kottak C. Ph. 1980.** *The Past in the Present; History, Ecology and Cultural Variation in Highland Madagascar*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Kotov N. A., Winter J. O., Clements I. P. et al. 2009.** Nanomaterials for Neural Interfaces. *Advanced Materials* 21/40: 3970–4004.
- Kögel T., Prskawetz A. 2001.** Agricultural Productivity Growth and Escape from the Malthusian Trap. *Journal of Economic Growth* 6: 337–357.
- Krugman P. 2009.** *The Return of Depression Economics and the Crises of 2008*. N. Y.; London: W. W. Norton.
- Kuran T. 2011.** *The Long Divergence: How Islamic Law Held Back the Middle East*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Kurzweil R. 1999.** *Age of Spiritual Machines*. New York, NY: Penguin Books.
- Kurzweil R. 2000.** *The Age of Spiritual Machines: When Computers Exceed Human Intelligence*. N.Y.: Penguin Groups.
- Kurzweil R. 2005.** *The Singularity is Near*. London: Viking Penguin.
- Kuzmina E. E. 1998.** Cultural Connections of the Tarim Basin People and Pastoralists of the Asian Steppes in the Bronze Age. *The Bronze Age and Early Iron Age Peoples of Eastern Central Asia*. Vol.1 / Ed. by V. Mair, pp. 63–93. Washington, DC: The Institute for the Study of Man (with The University of Pennsylvania Museum Publications).
- Kuznets S. S. 1926.** *Cyclical Fluctuations: Retail and Wholesale Trade, United States, 1919–1925*. New York: Adelphi.
- Kuznets S. S. 1930.** *Secular Movement in Production and Prices*. Boston: Houghton Mifflin Co.
- Kuznets S. S. 1966.** *Modern Economic Growth. Rate, Structure and Spread*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Lal D. 1988.** *The Hindu Equilibrium*. Vol. 1. Oxford: Oxford University Press.
- Lane N., Kalil T. 2005.** The National Nanotechnology Initiative: Present at the Creation. *Issues in Science and Technology* 21/4: 21–30. URL: <http://issues.org/21-4/lane/>.
- Laszlo E. 1977. (Ed.)** *Goals for Mankind. A Report to the Club of Rome on the New Horizons of Global Community*. New York, NY: Dutton.
- Lebedev M. A., Nicoletis M. A. L. 2006.** Brain-machine Interfaces: Past, Present and Future. *Trends in Neurosciences* 29(9): 536–546. URL: <http://doi.org/10.1016/j.tins.2006.07.004>.
- Lee J., Wang F. 1999.** *One Quarter of Humanity*. Cambridge: Harvard University Press.
- Lesser A. 1968.** War and the State. *War: The Anthropology the Armed Conflict and Aggression* / Ed. by M. Fried, M. Harris, R. Murphy, pp. 92–96. Garden City, NY: The Natural History Press.
- Lewis-Williams J. D. 2002.** *The Mind in the Cave: Consciousness and the Origins of Art*. London: Thames & Hudson.
- Léon P. 1977.** *Histoire économique et sociale du monde*. Vol. 1. Paris: A. Colin.

- Liang J., Liu X., Tu E., Whitelaw N. 1996.** Probabilities and Lifetime Durations of Short-Stay Hospital and Nursing Home Use in the United States, 1985. *Medical Care* 34/10: 1018–1036.
- Lieberman S. 1972. (Ed.)** *Europe and the Industrial Revolution*. Cambridge, MA: Schenkman.
- Lieberman V. 1999. (Ed.)** *Beyond Binary Histories: Reimagining Eurasia toc. 1830*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- Lieberman V. 2003.** *Strange Parallels: Southeast Asia in Global Context, c. 800–1830*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Lilley S. 1976.** Technological Progress and the Industrial Revolution, 1700–1914. *The Industrial Revolution, 1700–1914. The Fontana Economic History of Europe*. Vol. 3 / Ed. by C. M. Cipolla, pp. 187–254. New York, NY: The Harvest Press Limited; Barnes & Noble.
- Linstone H. A. 2006.** The Information and Molecular Ages: Will K-Waves Persist? Kondratieff Waves, Warfare and World Security / Ed. by T. C. Devezas, pp. 260–269. Amsterdam: IOS Press.
- Litfin K. T. 2000.** Environment, Wealth, and Authority: Global Climate Change and Emerging. *International Studies Review* 2(2): 119–148.
- Livi-Bacci M. 2012.** *A Concise History of World Population*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Londo J. P., Yu-Chung Chiang, Kuo-Hsiang Hung, Tzen-Yuh Chiang, Schaal B. A. 2006.** Phylogeography of Asian Wild Rice, *Oryza rufipogon*, Reveals Multiple Independent Domestications of Cultivated Rice, *Oryza sativa*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)* 103/25: 9578–9583. URL: <http://www.pnas.org/content/103/25/9578.long>
- Lorenz K. 1966.** *On Aggression*. New York, NY: Harcourt Brace.
- Lozny L. 2011.** The Emergence of Multi-agent Politics of the Northern Central European Plains in the Early Middle Ages, 600–900 CE. *Social Evolution & History* 10/1: 122–148.
- Lozny L. R. 2012.** How Social Complexity Happens: Causal-History Explanation. *Social Evolution & History* 11(2): 70–73.
- Lucas A. R. 2005.** Industrial Milling in the Ancient and Medieval Worlds. A Survey of the Evidence for an Industrial Revolution in Medieval Europe. *Technology and Culture* 46/1: 1–30.
- Lynch Z. 2004.** Neurotechnology and Society 2010–2060. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1031: 229–233.
- Machlup F., Penrose E. 1950.** The Patent Controversy in the Nineteenth Century. *The Journal of Economic History* 10(1): 1–29.
- MacLeod C. 2009.** Patents for Invention: Setting the Stage for the British Industrial Revolution? *EMPIRIA. Revista de Metodología de Ciencias Sociales* 18: 37–58.
- Maddison A. 2001.** *Monitoring the World Economy: A Millennial Perspective*. Paris: OECD.
- Maddison A. 2007.** *Contours of the World Economy, 1–2030*. Oxford: Oxford University Press.
- Maddison A. 2010.** *World Population, GDP and per Capita GDP, A.D. 1–2008*. URL: <http://www.ggdc.net/maddison>.
- Makino K., Mack E. J., Okano T., Kim S. W. 1990.** A Microcapsule Self-Regulating Delivery System for Insulin. *Journal of Controlled Release* 12/3: 235–239.
- Mandel E. 1980.** *Long Waves of Capitalist Development*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mann M. 1986.** *The Source of Social Power. A History of Power from the Beginning to AD 1760*. Vol. 1. Cambridge: Cambridge University Press.
- Marcus J. 2012.** The Formation of Political Hierarchies and the Loss of Autonomy. *Social Evolution & History* 11/2: 74–78.
- Martin A. J. 2016.** DARPA Commits to Brain-computer Interface Development Project. *The Register* January 20. URL: [http://www.theregister.co.uk/2016/01/20/darpa\\_commits\\_to\\_brain\\_computer\\_interface\\_development\\_project/](http://www.theregister.co.uk/2016/01/20/darpa_commits_to_brain_computer_interface_development_project/).
- Martin H.-P., Schumann H. 1997.** *The Global Trap: Globalization and the Assault on Prosperity and Democracy*. Leichardt: Pluto Press.
- Marx V. 2013.** Tracking Metastasis and Tricking Cancer. *Nature* 494: 131–136. February 07. URL: <http://www.nature.com/nature/journal/v494/n7435/full/494131a.html>.
- McCabe L. L., McCabe E. R. B. 2008.** *DNA: Promise and Peril*. Berkeley; Los Angeles: University of California Press.

- McGee G. 1997.** *The Perfect Baby: A Pragmatic Approach to Genetics*. Lanham, MD: Rowman and Littlefield.
- McKie R. 2002.** Men Redundant? Now We don't Need Women Either. *The Guardian* February 10. URL: <http://www.guardian.co.uk/world/2002/feb/10/medicalscience.research>.
- McNeill W. H. 1963.** *The Rise of the West; A History of the Human Community*. Chicago: University of Chicago Press.
- McNeill W. H. 1998.** *Plagues and Peoples*. New York, NY: Anchor.
- Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J., Behrens W. W. III. 1972.** *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books.
- Meadows J. R. S., Cemal I., Karaca O. et al. 2007.** Five Ovine Mitochondrial Lineages Identified From Sheep Breeds of the Near East. *Genetics* 175: 1371–1379. URL: <http://www.genetics.org/content/175/3/1371.full>.
- Mellaart J. 1975.** *The Neolithic of the Near East*. London: Thames and Hudson.
- Mellars P. 2006.** Why Did Human Populations Disperse from Africa ca. 60,000 Years Ago? A New Model. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103: 9381–9386.
- Mellars P., Stringer C. 1989. (Eds.)** *The Human Revolution: Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Mensch G. 1979.** *Stalemate in Technology – Innovations Overcome the Depression*. New York: Ballinger.
- Mesarović M. D. 1964. (Ed.)** *Views of General Systems Theory*. New York, NY: John Wiley.
- Mesarović M. D., Pestel E. 1974.** *Mankind at the Turning Point: The Second Report to the Club of Rome*. Laxenburg: IIASA.
- Mielants E. H. 2007.** *The Origins of Capitalism and the Rise of the West*. Philadelphia, PA: Temple University Press.
- Miller N. F. 1992.** The Origins of Plant Cultivation in the Near East. *The Origins of Agriculture* / Ed. by S. W. Cowan, P. J. Watson, pp. 39–58. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Minghinton W. 1976.** Patterns of Demand 1750–1914. *The Industrial Revolution, 1700–1914* / Ed. by C. M. Cipolla, pp. 77–186. London; New York: Harvester Press, Barnes & Noble.
- Minsky H. P. 1983.** The Financial Instability Hypothesis: An Interpretation of Keynes and an Alternative to “Standard” Theory. *John Maynard Keynes. Critical Assessments* / Ed. by J. C. Wood, pp. 282–292. London: Business & Economics.
- Minsky H. P. 1985.** The Financial Instability Hypothesis: A Restatement. *Post-Keynesian Economic Theory: A Challenge To Neo Classical Economics* / Ed. by P. Arestis, T. Skouras, pp. 24–55. Brighton: M. E. Sharpe.
- Minsky H. P. 1986.** *Stabilizing an Unstable Economy*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Minsky H. P. 2005.** *Induced Investment and Business Cycles*. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar.
- Mises L. von. 1981[1912].** *The Theory of Money and Credit*. Indianapolis, IN: Liberty Fund.
- Modelski G. 2001.** What Causes K-waves? *Technological Forecasting and Social Change* 68: 75–80.
- Modelski G. 2006.** Global Political Evolution, Long Cycles, and K-Waves. *Kondratieff Waves, Warfare and World Security* / Ed. by T. C. Devezas, pp. 293–302. Amsterdam: IOS Press.
- Modelski G., Thompson W. R. 1996.** *Leading Sectors and World Politics: The Coevolution of Global Politics and Economics*. Columbia, SC: University of South Carolina Press.
- Modelski G. 1987.** *Long Cycles in World Politics*. Seattle: University of Washington Press.
- Mokyr J. 1985.** *The Economics of the Industrial Revolution*. London: George Allen & Unwin.
- Mokyr J. 1990.** *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*. Oxford: Oxford University Press.
- Mokyr J. 1993. (Ed.)** *The British Industrial Revolution: An Economic Perspective*. Boulder, CO: Westview.
- Mokyr J. 1999. (Ed.)** *The British Industrial Revolution: An Economic Perspective* (pp. 1–84). Boulder, CO: Westview Press.
- Mokyr J. 2002.** *The Gifts of Athena: Historical Origins of the Knowledge Economy*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

- Mokyr J. 2010.** *The Enlightened Economy: An Economic History of Britain, 1700–1850*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Mokyr J., Foth H.-J. 2010.** Understanding Growth in Europe, 1700–1870: Theory and Evidence. *The Cambridge Economic History of Modern Europe 1700–1870*. Vol. 1 / Ed. by S. Broadberry, K. H. O'Rourke, pp. 7–42. Cambridge: Cambridge University Press.
- Moravec H. P. 1988.** *Mind Children*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Moravec H. P. 1999.** *Robot: Mere Machine to Transcendent Mind*. New York: Oxford University Press.
- More Ch. 2000.** *Understanding the Industrial Revolution*. London: Routledge.
- Morrison R. J. et al. 2015.** Bioengineering. Mitigation of Tracheobronchomalacia with 3D-Printed Personalized Medical Devices in Pediatric Patients. *Sci Transl Med*. Vol. 7/285, pp. 285–364. April 29. DOI: 10.1126/scitranslmed.3010825.
- Moss R., Cumbo K. 2012.** *Prosthetics: Brain Control Reaches a New Level*. University of Pittsburgh Swanson School of Engineering 14 April. URL: [http://megan.scudellari.com/pdf/scientist\\_092012\\_touch.pdf](http://megan.scudellari.com/pdf/scientist_092012_touch.pdf).
- Mote F. W. 1999.** *Imperial China 900–1800*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Moynihah R. 2003.** Who Pay for Pizza? Redefining the Relationship between Doctors and Drug Companies. *British Medical Journal* 326: 400.
- Mulvaney J., Kamminga J. 1999.** *Prehistory of Australia*. Sydney: Allen and Udwin.
- Mumford L. 1934.** *Technics and Civilization*. New York, NY: Harcourt, Brace & Co.
- Munari F., Toschi L. 2014.** Running ahead in the Nanotechnology Gold Rush. Strategic Patenting in Emerging Technologies. *Technological Forecasting and Social Change* 83(1): 194–207. URL: <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.07.002>.
- Musson A. E., Robinson E. 1969.** *Science and Technology in the Industrial Revolution*. Manchester: Manchester University Press.
- Needham J. 1981.** *Science in Traditional China*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Nef J. U. 1932.** *The Rise of the British Coal Industry*. London: George Routledge & Sons.
- Nef J. U. 1987.** Mining and Metallurgy in Medieval Civilisation. *The Cambridge Economic History of Europe. Trade and Industry in the Middle Ages*. Vol. 2 / Ed. by M. M. Postan, E. Miller, pp. 693–762. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nefiodow L. 1996.** *Der sechste Kondratieff. Wege zur Produktivität und Vollbeschäftigung im Zeitalter der Information [The Sixth Kondratieff. Ways to Productivity and Full Employment in the Information Age]*. Sankt Augustin: Rhein-Sieg-Verlag.
- Nefiodow L., Nefiodow S. 2014a.** *The Sixth Kondratieff: The New Long Wave of the World Economy*. Sankt Augustin.
- Nefiodow L., Nefiodow S. 2014b.** The Sixth Kondratieff. The Growth Engine of the 21<sup>st</sup> Century. *Kondratieff Waves: Juglar – Kuznets – Kondratieff* / Ed. by L. Grinin, T. Devezas, A. Korotayev, pp. 326–353. Volgograd: Uchitel.
- NIC 2012.** National Intelligence Council 2012. *Global Trends 2030: Alternative Worlds*. URL: [www.dni.gov/nic/globaltrends](http://www.dni.gov/nic/globaltrends).
- North D. C. 1981.** *Structure and Change in Economic History*. New York, NY: Norton.
- North M. 1994.** *The Money and its History from the Middle Ages to the Present*. Munich: Beck.
- North D. C. 1996.** *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- North D. C. 2002.** *The Gifts of Athena. Historical Origins of the Knowledge Economy*. Princeton: Princeton University Press.
- North D. C., Thomas R. P. 1973.** *The Rise of the Western World: A New Economic History*. Cambridge: Cambridge University Press.
- North D. C., Wallis J. J., Weingast B. R. 2009.** *Violence and Social Orders: A Conceptual Framework for Interpreting Recorded Human History*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nosov E. 2002.** The Problems of Urbanism in the Baltic Region. *The Development of Urbanism from a Global Perspective* / Ed. by P. J. J. Sinclair. Uppsala: Uppsala Universitet.

- NIC (National Intelligence Council) 2012.** *Global Trends 2030: Alternative Worlds*. URL: [www.dni.gov/nic/globaltrends](http://www.dni.gov/nic/globaltrends).
- Null G., Dean C., Feldman M. et al. 2003.** Table 1: Estimated Annual Mortality and Economic Cost of Medical Intervention. *Death by Allopathy. Death by Medicine. Extracts*. URL: <http://www.whale.to/a/null9.html>.
- O'Rourke K. H., Prados de la Escosura L., Daudin G. 2010.** Trade and Empire. *The Cambridge Economic History of Modern Europe. 1700–1870*. Vol. 1 / Ed. by S. Broadberry, K. H. O'Rourke, pp. 96–121. Cambridge: Cambridge University Press.
- Okladnikov A. P. 1990.** Inner Asia at the Dawn of History. *Cambridge History of Early Inner Asia* / Ed. by D. Sinor, pp. 41–96. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ontario's Long-Term Report on the Economy. 2010.** Chapter 3. Long-Term Sustainability of Ontario Public Services. Ontario Ministry of Finance. URL: <http://www.fin.gov.on.ca/en/economy/ltr/2010/ch3.html>.
- Overton M. 1996.** *Agricultural Revolution in England: The Transformation of the Agrarian Economy, 1500–1850*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Oxford Nanopore Technologies 2013.** *The MinION™ Device: A Miniaturised Sensing System*. URL: <https://nanoporetech.com/technology/the-minion-device-a-miniaturised-sensing-system/the-minion-device-a-miniaturised-sensing-system>.
- Pääbo S. 1995.** The Y Chromosome and the Origin of All of Us (Men). *Science* 268: 1141–1142.
- Pacey A. 1990.** *Technology in World Civilisation*. Cambridge: MIT Press.
- Paoletti C., Flamm E., Yan W., Meek S., Renckens S., Fellous M., Kuiper H. 2008.** GMO Risk Assessment around the World: Some Examples. *Trends in Food Science & Technology* 19: 70–78. DOI:10.1016/j.tifs.2008.07.007.
- Papenhausen Ch. 2008.** Causal Mechanisms of Long Waves. *Futures* 40: 788–794.
- Parry J. H. 1980.** Transport and Trade Roots. *The Cambridge Economic History of Europe. The Economy of Expanding Europe in the Sixteenth and Seventeenth Centuries*. Vol. 4 / Ed. by E. E. Rich, C. H. Wilson, pp. 155–222. Cambridge: Cambridge University Press.
- Payne P. L. 1978.** Industrial Entrepreneurship and Management in Great Britain. *The Cambridge Economic History of Europe*. Vol. 7. *The Industrial Economies: Capital, Labour and Enterprise*. P. 1. Britain, France, Germany, and Scandinavia / Ed. by P. Mathias, M. M. Postan, pp. 180–230. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pearce J. A. 1987.** The Design and Activation of Self-Regulating Work Groups. *Human Relations* 40/11: 751–782. DOI:10.1177/001872678704001104.
- Pearson M. N. 1997.** Merchants and States. *The Political Economy of Merchant Empires. State Power and World Trade 1350–1759* / Ed. by J. D. Tracy, pp. 41–116. New York, NY: Cambridge University Press.
- Peercy P. S. 2000.** The Drive to Miniaturization. *Nature* 406/6799: 1023–1026.
- Peregrine P. N. 2012.** Population Pressure Problems. *Social Evolution & History* 11/2: 83–85.
- Perkins D. H. 1969.** *Agricultural Development in China, 1368–1968*. Chicago: Aldine.
- Persson K. G. 1988.** *Pre-Industrial Economic Growth. Social Organization and Technological Progress in Europe*. New York, NY: Blackwell.
- Philipson M. 1962. (Ed.)** *Automation: Implications for the Future*. New York, NY: Vintage.
- Phillips F., Su Y. S. 2009.** Advances in Evolution and Genetics: Implications for Technology Strategy. *Technological Forecasting and Social Change* 76/5: 597–607. URL: <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.08.006>.
- Phyllis D. 1965.** *The First Industrial Revolution*. Cambridge, UK: University Press.
- Physician Sports Medicine Salaries. 2015.** *Salary.com*. URL: <http://www1.salary.com/Physician-Sports-Medicine-salary.html>.
- Pickering A. 2004.** The Science of the Unknowable: Stafford Beer's Cybernetic Informatics. *Kybernetes* 33 3/4: 499–521.
- Pigou A. C. 1929.** *Industrial Fluctuations*. 2<sup>nd</sup> ed. London: Macmillan.

- Pingali P. L. 2012.** Green Revolution: Impacts, Limits, and the Path ahead. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 109/31: 12302–12308. DOI: 10.1073/pnas.0912953109. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3411969/#r1>.
- Pinkerton S. 2013.** The Pros and Cons of Robotic Surgery. *The Wall Street Journal* November 17. URL: <http://online.wsj.com/articles/SB10001424052702304655104579163430371597334>.
- Piore A. 2016.** Government Seeks High-Fidelity “Brain-Computer” Interface. *MIT Technology Review* February 2. URL: <https://www.technologyreview.com/s/600686/government-seeks-high-fidelity-brain-computer-interface/>.
- Pollock S. 2001.** *Ancient Mesopotamia*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Pomeranz K. 2000.** *The Great Divergence: China, Europe, and the Making of the Modern World Economy*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Pomeranz K. 2002.** Beyond the East-West binary: Resituating Development Paths in the Eighteenth-Century World. *Journal of Asian Studies* 61/2: 539–590.
- Popov V. 2014.** *Mixed Fortunes. An Economic History of China, Russia, and the West*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Population Division** of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat **2012.** *World Population Prospects: The 2010 Revision*. URL: <http://esa.un.org/unpd/wpp/index.htm>.
- Postan M. 1987.** The Trade of Medieval Europe: The North. *The Cambridge Economic History of Europe*. Vol. II. *Trade and Industry in the Middle Ages* / Ed. by M. M. Postan, E. Miller, pp. 168–305. Cambridge: Cambridge University Press.
- Quilter K., Ojeda B. E., Pearsall D. M., Sandweiss D. H., Jones J. G., Wing E. S. 1991.** Subsistence Economy in El Paraiso, an Early Peruvian Site. *Science* 251: 277–283.
- Raff M. 1998.** Cell Suicide for Beginners. *Nature* 396: 119–122.
- Rampino M., Ambrose S. 2000.** Volcanic Winter in the Garden of Eden: The Toba Super-Eruption and the Late Pleistocene Population Crash. *Volcanic Hazards and Disasters in Human Antiquity* / Ed. by F. McCoy, W. Heiken, pp. 71–82. Boulder, CO: Geological Society of America.
- Rampino M., Self S. 1992.** Volcanic Winter and Accelerated Glaciation Following the Toba Super-Eruption. *Nature* 359: 50–52.
- Rasler K. A., Thompson W. R. 1994.** *The Great Powers and Global Struggle, 1490–1990*. Lexington, KY: University Press of Kentucky.
- Raychaudhuri T., Habib I. 1982. (Eds.)** *The Cambridge Economic History of India*. Vol. 1. *C. 1200 – c. 1750*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rayner R. M. 1964.** *European History 1648–1789*. New York: David McKay Company, Inc.
- Reed C. A. 1977a.** Origins of Agriculture: Discussion and Some Conclusions. *The Origins of Agriculture* / Ed. by C. A. Read, pp. 879–956. The Hague: Mouton.
- Reed C. A. 1977b. (Ed.)** *The Origins of Agriculture*. The Hague: Mouton.
- Regenerative Medicine 2006.** Editorial. *Regenerative Medicine* 1. URL: <http://www.futuremedicine.com/page/journal/rme/aims.jsp>.
- Reinert E. S. 2007.** *How Rich Countries Got Rich and Why Poor Countries Stay Poor*. London: Constable.
- Renfrew C. 1969.** Trade and Culture Process in European Prehistory. *Current Anthropology* 10: 151–160.
- Renkow M., Byerlee D. 2010.** The Impacts of CGIAR Research: A Review of Recent Evidence. *Food Policy* 35: 391–402.
- Rennstich J. K. 2002.** The New Economy, the Leadership Long Cycle and the Nine-teenth K-Wave. *Review of International Political Economy* 9(1): 150–182.
- Revenue** of the Worldwide Pharmaceutical Market from 2001 to 2013 (in Billion U.S. Dollars). **2015.** *Statista. The Statistics Portal*. URL: <http://www.statista.com/statistics/263102/pharmaceutical-market-worldwide-revenue-since-2001/>.
- Richard S., Moslemi S., Sipahutar H. et al. 2005.** Differential Effects of Glyphosate and Roundup on Human Placental Cells and Aromatase. *Environmental Health Perspectives* 113/6: 716–20. February 25. DOI: 10.1289/ehp.7728. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1257596/>.



- Ridley M. 1996.** *The Origin of Virtue*. New York, NY: Viking.
- Rietbergen P. J. A. N. 2002.** *A Short History of the Netherlands. From Prehistory to the Present Day*. 5<sup>th</sup> ed. Amersfoort: Bekking.
- Rindos D. 1984.** *The Origins of Agriculture: an Evolutionary Perspective*. Orlando, CA: Academic Press.
- Ritchie P. R. 1968.** The Stone Implement Trade in Third-Millennium Scotland. *Studies in Ancient Europe, Essays Presented to Stuart Piggott* / Ed. by J. M. Coles, D. D. A. Simpson, pp. 117–136. New York, NY: Humanities Press.
- Roberts N. 1998.** *The Holocene: An Environmental History*. Oxford: Blackwell.
- Rockholt R. 2004.** *A Short History of Amsterdam*. Amersfoort: Bekking And Blitz.
- Rosenthal J.-L., Wong R. B. 2011.** *Before and Beyond Divergence: The Politics of Economic Change in China and Europe*. Cambridge: Harvard University Press.
- Rostow W. W. 1975.** Kondratieff, Schumpeter and Kuznets: Trends Periods Revisited. *Journal of Economic History* 35(4): 719–753.
- Rothman V. S. 2004.** Studying the Development of Complex Society: Mesopotamia in the Late Fifth and Fourth Millennia BC. *Journal of Archeological Research* 12/1: 75–119.
- Rusmini F., Zhong Z., Feijen J. 2007.** Protein Immobilization Strategies for Protein Biochips. *Biomacromolecules* 8/6: 1775–1789.
- Russell P. E. 2000.** *Prince Henry 'the Navigator': A Life*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Sahlins M. D. 1963.** Poor Man, Rich Man, Big-Man, Chief: Political Types in Melanesia and Polynesia. *Comparative Studies in Societies and History* 5: 285–303.
- Sahlins M. D. 1972.** *Stone Age Economics*. New York: Aldine de Gruyter.
- Salerno M., Landoni P., Verganti R. 2008.** Designing Foresight Studies for Nanoscience and Nanotechnology (NST) Future Developments. *Technological Forecasting Change* 75/8: 1202–1223.
- Sample I. 2013.** Brain-to-brain Interface Lets Rats Share Information via Internet. *The Guardian* February 28. URL: <https://www.theguardian.com/science/2013/feb/28/brains-rats-connected-share-information>.
- Sazhienko E. 2014.** The Future of Global Civilization: Commentary of Big Historians. *Teaching & Researching Big History: Exploring a New Scholarly Field* / Ed. by L. Grinin, D. Baker, E. Quaedackers, A. Korotayev. Volgograd: 'Uchitel' Publishing House, 2014.
- Schirhagl R., Qian J., Dickert F. L. 2012.** Immunosensing with Artificial Antibodies in Organic Solvents or Complex Matrices. *Sensors and Actuators B: Chemical* 173: 585–590.
- Schultz E. A., Lavenda R. H. 1998.** *Anthropology. A Perspective on the Human Condition*. 2<sup>nd</sup> ed. Mountain View, CA: Mayfield.
- Schumpeter J. A. 1939.** *Business Cycles*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Scott M. F. 1989.** *A New View of Economic Growth*. Oxford: Clarendon Press.
- Sellnow I. 1981.** Ways of State Formation in Africa: A Demonstration of Typical Possibilities. *The Study of the State* / Ed. by H. J. M. Claessen, P. Skalník, pp. 303–316. The Hague: Mouton.
- Service E. R. 1962.** *Primitive Social Organization*. 1<sup>st</sup> ed. New York: Random House.
- Service E. R. 1975.** *Origins of the State and Civilization. The Process of Cultural Evolution*. New York: Norton.
- Shiba Y. 1970.** *Commerce and Society in Sung China*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Center for Chinese Studies.
- Sifferlin A. 2012.** Doctors' Salaries: Who Earns the Most and the Least? *Time* April 27. URL: <http://healthland.time.com/2012/04/27/doctors-salaries-who-earns-the-most-and-the-least>.
- Silberglitt R., Antón Ph. S., Howell D. R., Wong A. et al. 2006.** *The Global Technology Revolution 2020, In-Depth Analyses Bio/Nano/Materials/Information Trends, Drivers, Barriers, and Social Implications*. Technical Report. N. p.: RAND.
- Silver L. M. 1998.** *Remaking Eden: Cloning and Beyond in a Brave New World*. New York: Avon.
- Singer C. 1941.** *A Short History of Science to the Nineteenth Century*. Oxford: Oxford University Press.
- Slagboom P. E., Droog S., Boomsma D. I. 1994.** Genetic Determination of Telomere Size in Humans: A Twin Study of Three Age Groups. *American Journal of Human Genetics* 55: 876–882.

- Smith P. E. L. 1976.** *Food Production and Its Consequences*. Menlo Park, CA Etc.: Cumming Publishing Company.
- Smil V. 1994.** *Energy in World History*. Bolder, Co: Westview.
- Snooks G. D. 1996.** *The Dynamic Society. Exploring the Sources of Global Change*. London; New York, NY: Routledge.
- Snooks G. D. 1997.** *The Ephemeral Civilization. Exploding the Myth of Social Evolution*. London; New York, NY: Routledge.
- Soffer O. 1985.** *The Upper Paleolithic of the Central Russian Plain*. Orlando, FL: Academic Press.
- Soffer O., Adovasio J. M., Hyland D. C. 2000.** The Venus Figurines: Textiles, Basketry, Gender, and Status in the Upper Palaeolithic. *Current Anthropology* 41/4: 511–537.
- Spratt B. G. 1994.** Resistance to Antibiotics Mediated by Target Alterations. *Science* 264/5157: 388–93.
- Stearns P. N. 1993.** Interpreting the Industrial Revolution. *Islamic and European Expansion. The Forging of a Global Order* / Ed. by M. Adams, pp. 199–242. Philadelphia, PA: Temple University Press.
- Stearns P. N. 1998. (Ed.)** *The Industrial Revolution in the World History*. 2<sup>nd</sup> ed. Boulder, CO: Westview.
- Stein L. D. 2004.** Human Genome: End of the Beginning. *Nature* 431/7011: 915–916.
- Steinmann G., Komlos J. 1988.** Population Growth and Economic Development in the Very Long Run: A Simulation Model of Three Revolutions. *Mathematical Social Sciences* 16: 49–63.
- Steinmann G., Prskawetz A., Feichtinger G. 1998.** A Model on the Escape from the Malthusian Trap. *Journal of Population Economics* 11: 535–550.
- Stonier T. 1983.** *The Wealth of Information: A Profile Of The Post-Industrial Economy*. London: Methuen Publishing.
- Stringer Ch. B. 1990.** The Emergence of Modern Humans. *Scientific American* 263: 98–104.
- Swaminathan M. S. 1993. (Ed.)** *Wheat Revolution: A Dialogue*. Madras: Macmillan.
- Sylvester E., Klotz L. C. 1983.** *The Gene Age: Genetic Engineering and the Next Industrial Revolution*. New York, NY: Scribner.
- Tanno K., Willcox G. 2006.** How Fast was Wild Wheat Domesticated? *Science* 311/5769: 1886.
- Tao W. 2002.** A City with Many Faces: Urban Development in Pre-modern China (c. 3000 BC – AD 900). *The Development of Urbanism from a Global Perspective* / Ed. by P. J. J. Sinclair, pp. 321–348. Uppsala: Uppsala Universitet.
- Tattersall I. 2008.** *The World from its Beginnings to 4000 BCE*. Oxford: Oxford University Press.
- Tattersall I. 2012.** *Masters of the Planet: Seeking the Origins of Human Singularity*. New York: Palgrave Macmillan.
- Tausch A. 2006.** Global Terrorism and World Political Cycles. *History & Mathematics: Analyzing and Modeling Global Development* / Ed. by L. Grinin, V. C. de Munck, A. Korotayev, pp. 99–126. Moscow: KomKniga/URSS.
- Taylor R. H. 1997.** Robots as Surgical Assistants: Where We Are, With We Are Tending, and How to Get There. Artificial Intelligence in Medicine, Lecture Notes. *Computer Science* 1211: 1–11. URL: <http://link.springer.com/chapter/10.1007/BFb0029430>.
- Tegler E. 2016.** How F1 Drivers Might Control Cars With Their Brains. *Popular Mechanics* February 4. URL: <http://www.popularmechanics.com/cars/a19283/how-f1-drivers-might-control-cars-with-their-brains/>.
- Temple R. 1986.** *The Genius of China: 3000 Years of Science, Discovery, and Invention*. New York: Touchstone.
- Tesla научилась приезжать по зову водителя. 2016.** *Нефть России* 11 января. URL: <http://www.oilru.com/news/495420>.
- Thirtle C., Lin L., Piesse J. 2003.** The Impact of Research-led Agricultural Productivity Growth on Poverty Reduction in Africa, Asia and Latin America. *World Development* 31: 1959–1975.
- Thomas M. W. 1967.** *A Survey of English Economic History*. London: Blackie & Son.
- Thompson W. R. 1990.** Long Waves, Technological Innovation, and Relative Decline. *International Organization* 44(2): 201–233.

- Thompson W. R. 2000.** *The Emergence of a Global Political Economy*. London: Routledge.
- Thompson W. R. 2007.** The Kondratieff Wave as Global Social Process. *World System History, Encyclopedia of Life Support Systems, UNESCO* / Ed. by G. Modelski, R. A. Denemark. Oxford: EOLSS Publishers. URL: <http://www.eolss.net>.
- Thurrow L. C. 1996.** *The Future of Capitalism*. London: Nicholas Brealy Publishing.
- Tinbergen J., Dolman A. J. 1976. (Eds.)** *Reshaping the International Order: A Report to the Club of Rome*. New York, NY: Dutton.
- Toffler A. 1970.** *Future Shock*. New York, NY: Random House.
- Toffler A. 1980.** *The Third Wave*. New York, NY: Morrow.
- Toffler A., Toffler H. 1995.** *Creating a New Civilization*. Atlanta: Turner Publishing.
- Touraine A. 1974.** *The Post-Industrial Society. Tomorrow's Social History: Classes, Conflicts and Culture in the Programmed Society*. N.Y.
- Touraine A. 1983.** From Exchange to Communication: The Birth of Programming Society. The Human Use of Human Ideas. *The Discoveries Project and Eco-Technology*. Oxford: Pergamon Press, Ltd.
- Townsend J. B. 1985.** The Autonomous Village and the Development of Chiefdoms. *Development and Decline. The Evolution of Sociopolitical Organization* / Ed. by H. J. M. Claessen, P. van de Velde, E. M. Smith, pp. 141–155. South Headley, MA: Bergin & Carvey.
- Toynbee A. 1927[1884].** *Lectures on the Industrial Revolution of the Eighteenth Century in England: Popular Addresses, Notes, and Other Fragments*. London: Rivingtons.
- Toynbee A. 1956[1884].** *The Industrial Revolution*. Boston: Beacon Press.
- Turchin P. 2003.** *Historical Dynamics: Why States Rise and Fall*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Turchin P., Nefedov S. 2009.** *Secular Cycles*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Turnbaugh W. A., Nelson H., Jurmain R., Kilgore L. 1993.** *Understanding Physical Anthropology and Archaeology*. 5<sup>th</sup> ed. Minneapolis, MN: West Publishing Company.
- Tylecote A. 1992.** *The Long Wave in the World Economy*. London: Routledge.
- Tylecote R. F. 1976.** The Technique and Development of Early Copper Smelting. *A History of Metallurg* / Ed. by R. F. Tylecote, pp. 5–9. London: The Metals Society.
- Tylecote R. F. 2002.** *A History of Metallurgy*. 2<sup>nd</sup> ed. London: Maney Publishing.
- Usher D. 1989.** The Dynastic Cycle and the Stationary State. *The American Economic Review* 79/5: 1031–1044.
- Umpleby S. A., Dent E. B. 1999.** The Origins and Purposes of Several Traditions in Systems Theory and Cybernetics. *Cybernetics and Systems: An International Journal* 30: 79–103.
- UN Population Division. 2009.** United Nations. Department of Economic and Social Affairs. *Population Division Database*. URL: <http://www.un.org/esa/population>.
- UN Population Division. 2015.** *UN Population Division Database*. URL: <http://www.un.org/esa/population>.
- Vansina J. 1999.** Pathways of Political Development in Equatorial Africa and Neo-Evolutionary Theory. *Beyond Chiefdoms. Pathways to Complexity in Africa* / Ed. by S. K. McIntosh, pp. 166–172. Cambridge: Cambridge University Press.
- Veblen Th. 1973[1899].** *The Theory of the Leisure Class: An Economic Study of Institutions*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Vega-Centeno R. 2010.** Cerro Lampay: Architectural Design and Human Interaction in the North Central Coast of Peru. *Latin American Antiquity* 21/2: 115–145.
- Vo-Dinh T., Cullum B. M., Stokes D. L. 2001.** Nanosensors and Biochips: Frontiers in Biomolecular Diagnostics. *Sensors and Actuators B: Chemical* 74: 2–11.
- Vries P. 2013.** *Escaping Poverty: The Origins of Modern Economic Growth*. Vienna: W&R Unipress.
- Vries J. de. 1985.** The Population and Economy of the Preindustrial Netherlands. *Journal of Interdisciplinary History* 15/4: 661–682.
- Vries J. de, Woude A. van der. 1997.** *The First Modern Economy. Success, Failure, and Perseverance of the Dutch Economy, 1500–1815*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Waibel M., Beetz M., Civera J. *et al.* 2011. RoboEarth. *IEEE Robotics & Automation Magazine* 18/2: 69–82. DOI:10.1109/MRA.2011.941632.
- Wallerstein I. 1974; 1980; 1988. *The Modern World-System*. 3 vols. New York, NY: Academic Press.
- Wallerstein I. 1984. Economic Cycles and Socialist Policies. *Futures* 16/6: 579–585.
- Wasden Ch. L., Williams B. S. 2012. *Owning the Disease: A New Transformational Business Model for Healthcare*. URL: [http://download.pwc.com/ie/pubs/2012\\_new\\_transformational\\_business\\_model\\_for\\_healthcare.pdf](http://download.pwc.com/ie/pubs/2012_new_transformational_business_model_for_healthcare.pdf).
- Wason P. 2012. Process and Regularity in Human Affairs: A Comment on Carneiro. *Social Evolution & History* 11/2: 115–119.
- Watson A. M. 1981. A Medieval Green Revolution. *The Islamic Middle East, 700–1900: Studies in Economic and Social History* / Ed. by A. L. Udovitch, pp. 29–58. Princeton: The Darwin Press.
- Webb M. C. 1974. Exchange Networks: Prehistory. *Annual Review of Anthropology* 3: 357–383.
- Webb M. 1975. The Flag Follows Trade: An Essay on the Necessary Interaction of Military and Commercial Factors in State Formation. *Ancient Civilization and Trade* / Ed. by C. Lamberg-Karlovski, J. Sabloff, pp. 155–210. Albuquerque, NM: University of New Mexico Press.
- Wenke R. J. 1990. *Patterns in Prehistory*. New York, NY; Oxford, UK: Oxford University Press.
- Wesolowski W. 1976. The Notions of Strata and Class in Socialist Society. *Social Inequality* / Ed. by A. Beteille, pp. 122–146. Harmondsworth: Penguin Books.
- White L. 1962. *Medieval Technology and Social Change*. Oxford: Oxford University Press.
- White L. Jr. 1978. *Medieval Religion and Technology: Collected Essays*. Berkeley, CA: University of California Press.
- White R. 2003. *Prehistoric Art: The Symbolic Journey of Humankind*. New York, NY: Harry N. Abrams.
- White T. D., Asfaw B., DeGusta D., Gillbert H., Richards G. D., Suwa G., Howell F. C. 2003. Pleistocene *Homo Sapiens* from Middle Awash, Ethiopia. *Nature* 423: 742–747.
- Whitley D. S. 2009. *Cave Paintings and The Human Spirit: The Origin of Creativity and Belief*. Amherst, NY: Prometheus Books.
- WHO (World Health Organization) 2004. The World Medicines Situation. URL: <http://apps.who.int/medicinedocs/en/d/Js6160e/3.html>.
- WHO (World Health Organization) 2014. The Top 10 Causes of Death. Fact sheet No 310. Updated May 2014. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/>.
- Wigelsworth J. R. 2006. *Science and Technology in Medieval European Life*. Westport, CT: Greenwood Publishing Group.
- Wik M., Pingali P., Broca S. 2008. *Background Paper for the World Development Report 2008: Global Agricultural Performance: Past Trends and Future Prospects*. Washington, DC: World Bank.
- Wilson C. H. 1980. Trade, Society and the State. *The Cambridge Economic History of Europe*. Vol. 4. The Economy of Expanding Europe in the Sixteenth and Seventeenth Centuries / Ed. by E. E. Rich, C. H. Wilson, pp. 487–576. Cambridge: Cambridge University Press.
- Williams G. M., Kroes R., Munro I. C. 2000. Safety Evaluation and Risk Assessment of the Herbicide Round-up and Its Active Ingredient, Glyphosate, for Humans. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 31/2: 117–165. DOI:10.1006/rtp.1999.1371.
- Williams M., Ambrose S., van der Kaars S. *et al.* 2009. Environmental Impact of the 73 ka Toba Super-Eruption in South Asia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 284: 295–314.
- Wolff S. de. 1924. Prosperitäts- und Depressionsperioden. *Der Lebendige Marxismus* / Hrsg. O. Jenssen, S. 13–43. Jena: Thüringer Verlagsanstalt.
- Wolpaw J. R., Birbaumer N., McFarland D. J., Pfurtscheller G., Vaughan T. M. 2002. Brain Computer Interfaces for Communication and Control. *Frontiers in Neuroscience* 4(113): 767–791. URL: <http://doi.org/10.3389/conf.fnins.2010.05.00007>.
- Wolpaw J. R., Wolpaw E. W. 2012. Brain-Computer Interfaces: Something New Under the Sun. *Brain-Computer Interfaces: Principles and Practice* / Eds. J. R. Wolpaw, E. W. Wolpaw. Oxford: Oxford University Press.
- Wood J. W. 1998. A Theory of Preindustrial Population Dynamics: Demography, Economy, and Well-being in Malthusian Systems. *Current Anthropology* 39: 99–135.

- Woodbury R. S. 1961.** *History of the Lathe to 1850*. Cleveland, OH: Society for the History of Technology.
- Woollett R. 2012.** Innovation in Biotechnology: Current and Future States. *Clinical Pharmacology and Therapeutics* 91(1): 17–20.
- Woman** Gives Birth after Womb Transplant, in Medical First. **2014.** *The Guardian* October 4. URL: <http://www.theguardian.com/science/2014/oct/04/woman-gives-birth-womb-transplant-medical-first>.
- Wong R. B. 1997.** *China Transformed: Historical Change and the Limits of the European Experience*. Ithaca: Cornell University Press.
- World Bank 2012a.** *GDP Per Capita (Current US\$)*. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>.
- World Bank 2012b.** *Health Expenditure Per Capita (Current US\$)*. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/SH.XPD.PCAP?page=1>.
- World Bank 2012c.** *World Development Indicators Online*. Washington, DC: World Bank. URL: <http://data.worldbank.org/indicator>.
- World Bank 2014.** *Health Expenditure Per Capita (Current US\$)*. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/SH.XPD.TOTL.ZS/countries?display=default>.
- World Bank 2015.** *World Development Indicators Online*. Washington, DC: World Bank. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/>.
- World Economic Outlook 2009.** Washington: IMF. October.
- World Robotics 2013.** *Industrial Robots*. URL: <http://www.worldrobotics.org/>.
- Wright G. A. 1969.** *Obsidian Analyses and Prehistoric Near Eastern Trade: 7500–3500 B.C.* Ann Arbor, MI: Museum of Anthropology, University of Michigan (Anthropological Papers of the Museum of Anthropology, University of Michigan, 37).
- Wrigley E. A. 1988.** *Continuity, Chance, and Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wymer J. 1982.** *The Paleolithic Age*. London; Sydney: Croom Helm.
- Wynne-Edwards V. C. 1965.** Self-regulating Systems in Populations of Animals. *Science* 147/3665: 1543–1548.
- Yam Ph. 2011.** Breakthrough Could Enable Others to Watch Your Dreams and Memories. *Scientific American Blog Network*. URL: <http://blogs.scientificamerican.com/observations/breakthrough-could-enable-others-to-watch-your-dreams-and-memories-video/>.
- Yeoman I., Mars M. 2012.** Robots, Men and Sex Tourism. *Futures* 44(4): 365–371. doi:10.1016/j.futures.2011.11.004.
- Yi J. 2012.** Circumscription Theory and the Political Evolution in Prehistoric China. *Social Evolution & History* 11/2: 120–130.
- Zeder M. A., Hesse B. 2000.** The Initial Domestication of Goats (*Capra hircus*) in the Zagros Mountains 10,000 Years Ago. *Science* 287/5461: 2254–2257. DOI: 10.1126/science.287.5461.2254.

**Л. Е. Гринин, А. Л. Гринин**

# ОТ РУБИЛ ДО НАНОРОБОТОВ

Настоящее исследование посвящено истории развития техники и технологии, их современному состоянию и размышлениям об их будущем. В центре внимания авторов – основные тенденции и закономерности развития производства. На этой базе предсказываются дальнейшие изменения в технологиях и образе жизни людей в обществе будущего.

Сегодня технологии вторгаются во все стороны общественной и личной жизни. Но впереди нас ждут еще более серьезные трансформации, в результате которых техника и технология, возможно, станут уже составной частью нашего организма и сознания, напрягая до предела биологические приспособительные возможности людей. Смогут ли тогда люди остаться людьми?

ISBN 978-5-7057-4769-6



9 785705 747696

**Издательство  
«Учитель»**[www.sociostudies.org](http://www.sociostudies.org)  
[www.socionauki.ru](http://www.socionauki.ru)

Московская редакция  
издательства «Учитель»  
ул. Басовская, д. 16, стр. 1,  
Москва, 109202  
Тел.: +7(495) 788-39-19

Издательство «Учитель»  
ул. Кирова, 143,  
Волгоград, 400079  
Тел.: +7(8442) 42-17-71

