

Г а ф у р   З а й н и е в

# ЭВОЛЮЦИЯ И ИЗОБРЕТАТЕЛЬ



**Г.А. ЗАЙНИЕВ**

# **ЭВОЛЮЦИЯ И ИЗОБРЕТАТЕЛЬ**



**Москва**

**2007**

УДК 001.894  
ББК 72в7  
3 17

**ЗАЙНИЕВ Г.А. Эволюция и изобретатель – М.: Academia, 2007.— 368 с.: библ. (Монографические исследования: изобретательство).**

Единство эволюции технических и живых систем — тема этой книги. Автор предлагает новый понятийный аппарат. Одно из новых понятий — *простая техническая система*. Описывая ее, употребляются, в свою очередь, новые понятия — *простая техническая идея*, *иерархия абстрактно-технических идей* и *популяция продуктов, построенных на основе простых технических систем*. Все это позволяют сравнить авторскую концепцию с объяснениями эволюции технологий, разработанными в теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), а также с современными теориями биологической эволюции. Большой объем фактического материала из далеких друг от друга областей науки и техники позволяет автору делать парадоксальные заключения, в ответ на которые, как показывает опыт публикации фрагментов этой книги в Интернете, у читателя появляются не только возражения, но и свои собственные новые идеи. Автор описал применение предложенной методологии в своей книге «Инкубатор первичных изобретений», которая вышла в издательстве «Academia» одновременно с этой монографией.

**ISBN 978-5-87444-259-0**

© Г.А. Зайниев, 2007

© Издательство «Academia», 2007

# ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора.....	7
О чём эта книга .....	9
Предисловие .....	13

## Часть I

### **Простота и абстрактность технической системы**

Введение .....	39
Глава 1. Техническая система .....	43
Глава 2. Индивидуальность технической системы .....	114
Глава 3. Техническая система и сознательность человека .....	134
Глава 4. Куда держим путь? .....	152
Заключение .....	164

## Часть II

### **Исследование первичного изобретения**

Введение .....	174
Глава 5. Первичное изобретение и изобретатель-открыватель .	175
Глава 6. Откуда берутся идеи. Аналогии .....	180
Заключение .....	183

## Часть III

### **Инкубатор первичных изобретений интегрирует интеллектуальную собственность**

Глава 7. Инкубатор первичных изобретений .....	188
Глава 8. Три подхода к работе с будущим .....	193
Заключение .....	232

## Часть IV

**Суперинкубатор порождает новую интеллектуальную  
собственность**

Глава 9. Инструмент для концептуальной теоретической работы .....	235
Заключение. Зачем все это падо и какая от этого польза? .....	238

## Часть V

**Концепция популяции продуктов, построенных  
на основе ПТИ–ПТС**

Введение. Отношения между человеком и ТС .....	240
Глава 10. Популяция продуктов, которая возникает вокруг ПТИ–ПТС .....	244
Заключение. Возникновение эволюционного разнообразия .....	253

## Часть VI

**Сравнение с ТРИЗ и биоэволюцией**

Введение .....	256
Глава 11. Сопоставление трех парадигм эволюции .....	258
Глава 12. Сравнение двух парадигм. ТРИЗ и ТРТО .....	296
Глава 13. Эволюция ТРИЗ: все еще накопление или уже «сдвиг парадигмы»? .....	324
Заключение .....	350
Послесловие .....	352
Именной указатель .....	361
Список принятых сокращений .....	363

## ОТ АВТОРА

**М**НЕ повезло, всю жизнь у меня был внимательный слушатель, моя жена Лика. Люди, которые думают вслух, согласятся со мной, что бывают такие слушатели, которые в большей степени соавторы того, что ты говоришь, когда говоришь то, что думаешь, чем те, кто, мгновенно тебя поняв, начинают говорить тебе в ответ — «да, да» (переводится как «заткнись, я лучше знаю и сейчас я это лучше тебя скажу»). Мне всегда было и до сих пор интересно, ну откуда они знают заранее те мои мысли, которые я еще только ищу и пытаюсь выразить?

Мысль моя проста — тот, кто тебя *слушает*, тот ждет и верит, что раз ты начал говорить, то скажешь что-то новое, интересное и важное. Именно *слушатель* «сейчас и здесь» создает атмосферу творчества и придает смысл тому, что еще только возникает в процессе работы мысли, и только в ответ на такое доброжелательное ожидание и веру рождается нечто новое.

Я думаю, что такое объяснение похоже на правду еще и потому, что мысль начатая и пока не законченная абсолютно беззащитна. Так что цените и любите тех, кто вас слушает, это очень большая редкость.

## Благодарности

Автор благодарен тем своим друзьям и коллегам, кто прочитал всю или хотя бы часть этой книги и что-нибудь в ней похвалил или обругал. И то и другое мне

было очень полезно. Особенно я благодарен Митрофанову Волюславу Владимировичу, Грановской Раде Михайловне, Злотину Борису Львовичу, Прушинскому Валерию Олеговичу, Герасимову Владимиру Михайловичу и Шохиреву Николаю Васильевичу.

Отдельная благодарность Кудрявцеву Александру Владимировичу за систематическую публикацию фрагментов этой книги на сайте [www.methodolog.ru](http://www.methodolog.ru).

Спасибо моей семье, жене Лике и сыновьям Рустему и Тимуру за понимание и терпимость — ведь то время, которое я им недодал занимаясь этой книгой, я мог бы проводить с ними.

Если бы мои племянники Фуат и Равиль Курмакаевы не поддержали меня материально в тяжелом 1993 году, я не попал бы в Америку, не занимался бы «изобретательством по заказу» для американских компаний и не имел бы возможности озаботиться судьбами эволюции и изобретателей.

## О ЧЁМ ЭТА КНИГА?

**Ч**ТО общего у круга и треугольника? Ничего! Кроме того, что это две плоские проекции трехмерного конуса. При чем тут это? А при том, что описания эволюции технических и живых систем вообще не пересекаются. Для биологии не существует технических систем, а для ТРИЗ (теории решения изобретательских задач) — живых.

И ничего, обе теории работают в своих областях и друг в друге не нуждаются. Так же как круг и треугольник — это равноправные и независимые фигуры геометрии на плоскости. А в трехмерной геометрии они всего лишь частные проекции одной полноценной фигуры — конуса.

Если высказать гипотезу возможности существования такой, в терминах нашей метафоры, «трехмерной конической теории эволюции технических и живых систем», относительно которой «ТРИЗ — описание эволюции технических систем» и «биоэволюция» подобны двумерным кругу и треугольнику, то сразу возникнет вопрос об аналоге третьего измерения. В самом деле, что надо добавить в оба описания такого принципиально нового, чего в них нет?

Как всегда, ответ дает метафора в виде известного анекдота. Летают ли крокодилы? Да! Но низенько. Ничего не надо добавлять ни туда, ни сюда. Надо хорошенько присмотреться к обоим теориям и станет заметно, что это не треугольник, а сильно сплюснутый



по бокам конус, и не круг, а крепко приклепнутый сверху конус.

Расширение термина «техническая система», принятое в этой работе, позволяет увидеть это. Что такое хорошо известная биологическая теория молекулярной эволюции? А предбиологическая эволюция, которая давно уже стала законной частью теории эволюции жизни? В предложенных терминах это эволюция технических систем, которые называются макромолекулы, макромолекулярные комплексы и вирусы. Еще раз с удовольствием повторяю — это эволюция технических систем, которая является неотъемлемой частью эволюции живых систем, построенных из этих технических систем.

Расширение термина «техническая система» делает живого человека не просто неотъемлемой, но равноправной частью процесса эволюции технических систем, потому что в описании этой эволюции от человека остаются только его роли. Те самые роли, которые он должен играть, для того чтобы техническая система появилась на свет и размножилась. Забегая вперед, скажу, что ролевая команда размножения технической системы включает следующие роли: изобретатель, инвестор, производитель, дистрибьютор, продавец и потребитель.

Пример для тризовцев. «Идеальная система — это та, которой нет, но функция которой выполняется». Из всей команды размножения технической системы она идеальна только для потребителя! Советская экономика приклепнула команду размножения технической системы до такого состояния, когда все роли, кроме потребителя, выполняло государство. Никакой инициативы — только план. В конце первой части книги Вы прочтете наказ начальника Страны Советов товарища М.И. Калинина изобретателям. Что уж тут говорить про остальные роли, если самой, казалось бы, творчески свободной части этой команды было велено изобретать не то, что хочется, а то, что требует производство, которое, добавлю я, делает то, что ему вслит государственный план.

Я не буду здесь вдаваться в детали, хотя это и очень

интересно. Скажу только, что понятия «простая техническая идея» и «простая техническая система» (ПТИ—ПТС) позволяют формально одинаково представить процессы копирования-размножения и микроэволюции технических и живых систем, выявив в этих процессах такую стадию, как упрощение сложной системы до состояния простой, которая затем усложняется до сложной.

Итак, что собой представляет книга «Эволюция и изобретатель»?

По сути своей эта книга построена как расширенный конспект лекций для студентов. Поэтому предмет разговора постепенно усложняется. Это значит, в частности, что в тексте делаются промежуточные выводы, которые впоследствии уточняются или даже опровергаются, но в момент представления этих выводов ничего не сказано о том, как именно они позднее будут переделаны. Дело в том, что я затеял не внедрение нового дополнительного понятия или термина, а *расширение* содержания глубоко укоренившегося, привычного и интуитивно очевидного термина «техническая система». Краткость изложения хороша и уместна в двух случаях. Первый, когда излагаешь известное всем «печто» точно в том виде, в каком оно известно всем. Тогда слова твои ловят на лету и понимают с ходу. Например, «Волга впадает в Каспийское море» и не важно, что это не море, а озеро, и что сток у Камы не меньше, чем у Волги, и поэтому надо бы еще посмотреть, какая река в какую впадает. Не важно! Все знают, что эта фраза намекает «не говори прописных истин», хотя в самой фразе все неправда. Второй случай, когда речь идет о вещах, которые непонятны и неизвестны, но в то же время мы точно знаем, кому они должны быть известны. Например, «ученые обнаружили в космосе черные дыры, которые затягивают в себя даже свет». Всё, остальные подробности бесполезны.

А вот пример технической системы может привести каждый, и, кстати сказать, пример будет правильный. По этой причине каждый подсознательно убежден, что на интуитивном уровне он знает, что такое техническая система, да и знать-то тут особенно пече-

го, достаточно привести несколько примеров, и все станет понятно. Поэтому, отказавшись от краткости в пользу доскональности, я сочинил этот многостраничный труд, в котором обсуждаю один-единственный вопрос: «что такое техническая система с точки зрения изобретателя».

Заключительное замечание. Текст перед Вами представляет собой компромисс между двумя крайностями. С одной стороны, это речь с эмоциями, жестами и хождением с остановками в выразительных позах. С другой стороны, слова на бумаге, которые хотя бы по правилам приличия должны быть сложены в некое подобие политкорректного текста.

Когда я все это с энтузиазмом рассказывал как лекцию, было гораздо интереснее и убедительнее. Моя жена Лика не только слушала все это неоднократно и в разных вариантах, но и направляла «бурный поток» в такую сторону, где из него мог бы получиться если не «роман века», то хотя бы конспект лекций. Какой это был гигантский труд с ее стороны, Вы очень быстро поймете, когда начнете вязнуть в длинных предложениях и сложных метафорических претензиях... (Но без таких метафор, которые многим кажутся излишними, ну просто никак невозможно.)

# ПРЕДИСЛОВИЕ

## Эволюция и изобретатель

«Э ТИМ полукреслом мастер Гамбс начинает...» Для тех, кто читал «12 стульев», эта символическая фраза означает «искали то, что хотели, а нашли то, что не надо». Тому, кто знает, что он ищет в этой книге (потому что он сам «изобретатель» или знает, что такое «эволюция»), и кто сразу заглянет в середину или конец книги (потому что все так делают), может показаться, что книга о чем угодно, но не о том, что ему надо.

Я хочу сразу внести ясность. Книга так называется, потому что изобретатель, как собирательный образ, — это феномен эволюционного масштаба. Как жизнь и смерть, как партия и Ленин. Помню, в школе учили «мы говорим Ленин, подразумеваем партия, мы говорим партия, подразумеваем — Ленин». Вот так же эволюция и изобретатель. Одно без другого не бывает. Это как две лицевые стороны монеты, обе на виду. А что внутри, в теле этой монеты? Как изобретатель порождает эволюцию техники? Как эволюция в ответ вынуждает изобретателя изобретать то, что надо? Или изобретатель изобретает то, что хочет? Если прозевал и не изобрел что-нибудь, так и не будет этого? Замечательно сказано об этом: «Если бы Эдисон не изобрел лампочку, то мы сейчас смотрели бы телевизор при свечах!»

Если бы я был мэтр и лауреат всевозможных наук, то назвал бы эту книгу «Мои мысли об эволюции и изобретателе». И тогда вежливый и терпеливый читатель, прочитав ее, сказал бы мне: «Зря Вы поскромничали — это же «размышления», а не просто мысли», — умолчав, что «измышлений», пожалуй, тоже хватает. Но я вовремя вспомнил, что «Маркс — экономист, а наша тетя Соня — старший экономист», и решил ничего не уточнять.

Название «Эволюция и изобретатель» предполагает, что существуют такие «изобретатели», которых по каким-то признакам можно отличить от остальных работников творческих профессий, например ученых или артистов. В том, что изобретатель — личность творческая, сомневаться невозможно, ведь изобретение — это то, чего только что не было, но пришел изобретатель и сотворил. Иногда, конечно, больше подходит слово «натворил», но и в этом случае возникает нечто такое, чего раньше не было и у чего есть автор — творец.

Сразу признаюсь, что философские термины и манеру изложения я понимаю с трудом и сам так говорить и писать не умею. Все время боюсь и подозреваю, что каждый специальный термин, который я собираюсь использовать, имеет другой смысл или, более того, подоплеку и намек, которые придают этому термину такой смысл, который я не хочу вкладывать. А смыслов вторых и третьих в словах и терминах всегда много.

Приведу пример. Я занимался много лет экспериментальной методикой, в которой одним из возможных искажений был феномен, сокращенно я и мои коллеги называли его «сдвиг». Я считал, что сдвига нет и двигался дальше, а оппоненты требовали остановиться и строго, а лучше всего очень строго, доказать, что сдвига нет. Такая ситуация существовала много лет и называли мы ее «задвиг на сдвиге». Один мой коллега особенно охотно и как-то весело, но настырно при каждом моем выступлении задавал мне вопрос: «А нет ли там сдвига?». Продолжая пользоваться жаргоном, скажу, что «достал он меня» до крайности. И вот на отчет-

ной сессии практически сразу после защиты диссертации (на которой он меня, естественно, доставал тоже), он снова задал мне свой коронный вопрос. Оцените ответ: «Да, это очень хороший вопрос. Вы мне его уже задавали на защите, и я отослал Вас тогда к тексту диссертации. Поскольку ничего не добавилось, я хочу послать Вас туда же». А что такого я сказал, казалось бы...

## Писатель-изобретатель

Итак, философской терминологией я не владею и притворяться не хочу. А проблема, конечно же, по сути своей философская и разобраться мне в ней очень хочется. Поэтому, спрятавшись за образом изобретателя, я буду писать своими словами. Форма изложения наиболее близка к подробному конспекту лекций. В 1989—93 годах я придумал и прочитал для студентов первого курса факультета естественных наук НГУ курс «Введение в биологию». Сейчас я добавил бы в это название «глазами изобретателя». Мне очень нравилось умничать вслух перед студентами, они хорошо слушали, и в этой атмосфере у меня рождались вопросы, ответы и даже мысли. Такое случается нечасто и, наверное, поэтому в процессе работы над книгой я поймал себя на том, что вижу перед собой аудиторию, которая меня слушает. Знаю по опыту, что такая манера изложения многих раздражает как неправильная, поэтому хочу сразу сказать — текст перед вами не академическая книга, а рассказ (в идеале — конспект курса лекций) о том, что мне интересно.

Всех, кто пишет тексты, можно условно разделить на две большие группы — «описатели» и «сочинители». «Описатели» — это те, кто, по определению, «не вносят в текст отсебятину» и описывают то, что «возникло не в их голове, а, например, в природе или головах других людей». В эту группу попадают, например, журналисты (как бы смешно это ни звучало для читателей газет), обозреватели, авторы учебников. Если представитель этой группы пишет свое мнение, то он, опять же по определению, должен указывать, что тут он вы-

ступает как «сочинитель», а не как «описатель». «Сочинители», наоборот, по определению, в основном пишут свое мнение и понимание и только в тех местах, где необходимо, приводят чужое мнение и упоминают, чье оно.

Если представить себе такое явление, как «исследователь-писатель», то в нем «писатель» принципиально важна, потому что написание предполагает последующее чтение не только автором, но и другими исследователями. Поэтому должен существовать стандарт и формат написания, некая «логика, структура и тому подобное» текста.

В этом смысле еще точнее будет ввести термин «читатель-исследователь-писатель». Это понятие имеет внутреннюю шкалу, по которой на одном краю находится писатель-сочинитель, а на другом писатель-ученый. Между ними находится писатель-изобретатель.

У писателей-сочинителей и писателей-ученых существуют правила построения текстов. Одно из них гласит, что надо пользоваться общепринятыми терминами и по возможности не вводить новые.

Для сочинителей это связано с ориентацией автора на определенный круг читателей и их ожидания. Сочинитель не только пишет о том, что интересно читателям, но и пользуется при этом известной им терминологией и уровнем образования.

Писатель-ученый имеет право ввести новый термин, но требования к его обоснованию очень высоки.

Совершенно иная ситуация у изобретателей. По правилам патентования изобретатель имеет право вводить в пределах патента любую новую терминологию, которая ему требуется для объяснения и защиты своего изобретения. Кроме того, как правило, изобретатель объясняет, что он подразумевает под терминами, которые он использует, несмотря на то, что у них есть общепринятое толкование. А что же вы хотите? Речь-то идет не о знаниях, а о деньгах, которые можно получить за свое изобретение, если его купят, или не получить, потому что неопределенный термин дает повод оспорить патент.

Замечательно в этой ситуации то, что не ученый, который борется за точность знания, а изобретатель, который бьется за свои будущие деньги, оказывается в ситуации, заставляющей его гораздо строже, чем ученый в своих статьях, бороться за точность и однозначность своих формулировок; они в то же время должны покрывать как можно шире расплывчатую и неоднозначную область информации.

Такие формулировки — это точно не наука и в то же время не искусство. Изобретатель должен не только понимать свое изобретение в тех терминах, которыми он его описывает, но и защищать свои права на него, используя эти же термины в противостоянии попыткам дать его результатам другую интерпретацию (опираясь на неполноту или неточность его терминологии!) и лишить автора его прав (и денег, денег, главное, конечно, денег).

В этом месте я не могу не вспомнить, как часто мне приходилось слышать вопрос: изобретательство — это наука или искусство? С удовольствием отвечу на этот вопрос другим вопросом: пиво — это вино или водка? Изобретательство не сводится ни к науке, ни к искусству.

Как вы уже могли заметить, я решительно пользуюсь правом изобретателя вводить свою терминологию и объяснять ее. Как автор я ожидаю, что читатель не будет настаивать, что «на самом деле это словосочетание уже занято другими и означает нечто совсем другое, и поэтому автор должен сейчас же прекратить свое сочинительство и прежде, чем писать, пойти и ознакомиться с тем, что уже написали умные люди».

Очень интересно, что изобретатели иногда делают «эволюционно значимые» или, как минимум, полезные изобретения, исходя из неправильного понимания явления или терминов, которые описывают это явление. Может быть, это происходит не иногда, а даже часто. Я лично думаю, что это происходит практически всегда, потому, в частности, что если бы изобретатель с самого начала понимал сложность той задачи, за которую он берется, он, скорее всего, не стал бы с ней связываться. Именно иллюзия того, что ты уже понял (оза-



рился) и осталось только все записать и проверить, втягивает тебя в начало и продолжение разработки идеи.

Конечно, изобретатель должен понимать, что изобретение надо будет «дожимать» и внедрять, но он ощущает это как проблему техническую и инженерную. Если идея маленькая, то такое ощущение обычно не обманывает. Если идея большая, то понимание того, что она большая, растет и укрепляется быстрее, чем понимание того, как ее реализовать. На каком-то этапе неподдающаяся идея превращается в вызов и становится «делом личным», потом превращается в «самоутверждение». Далее исторически известны все варианты судьбы такого изобретателя, например изобретателя вечного двигателя.

Задача писателей-сочинителей и — ученых состоит в том, чтобы их лучше и однозначнее поняла читательская аудитория, поэтому такой писатель обязан проделать дополнительную работу и подогнать свое писание под формы и стандарты, которые облегчат понимание и восприятие читателям. Иначе их просто не будут читать. Внеинформационного, например экономического, давления на читателей этой литературы нет. Тексты сочинителей читают для удовольствия, а не для выгоды. Назовем язык, которым они написаны, «языком развлечения». Тексты ученых читают для понимания информации, а не для выгоды. Они написаны «языком просвещения». Зачем читают тексты изобретателей (в основном это патенты)?

Формально, по закону, задача писателя-изобретателя такова: он должен объяснить, как работает его изобретение и как его повторить. Однако в действительности изобретателю невыгодно облегчать работу читателей. С другой стороны, патент читают не из интереса, а вынужденно, поэтому независимо от того, как он написан, его читать будут. Для справки: больше 98% запатентованных изобретений не имеют прямых экономических последствий. Другими словами, они остаются невнедренными, и их владельцы не получают экономического вознаграждения. Тем не менее, все они написаны скорее «языком защиты», чем «языками просвещения или развлечения».

Отбор авторов по «понятности изложения» среди изобретателей отсутствует. Скорее наоборот, идет отбор таких писателей, которые сами изобретать не могут, но могут понять, в чем состоит изобретение и изложить его формально понятно, но по сути сложно, исходя из будущей защиты от всех ожидаемых и потенциально возможных нападений. Кроме того, изобретатель, который хочет извлекать экономическую выгоду из своего изобретения, не должен облегчать своим конкурентам задачу дальнейшего развития этого изобретения. Из грамотно написанного патента не должно быть видно, куда изобретение пойдет дальше.

Это интересное противоречие. Если изобретатель не показал, куда он пойдет дальше и не защитил это направление заранее, он может его потерять. Но если он его показал и попытался защитить, то у него нет гарантии, что его защита надежна. А направление он уже показал! Если же не показывать, то всегда есть надежда, что конкурент не увидит это направление самостоятельно. Поэтому, в частности, не всегда патент — это хорошая защита, может быть, лучше вообще не заикаться о том, что и как ты делаешь, а просто выпускать продукт, рассчитывая, что другие твой секрет не переизобретут. Кока-кола — широко известный пример такой стратегии. Поэтому я думаю, что изобретателей, которые изобретают, но для других свое изобретение не описывают, не так уж мало.

Учитывая существование профессиональных патентоведов, в обязанности которых входит описание изобретения, можно ожидать, что большинство изобретателей — это «неписатели». Среди ученых, в связи с возросшей сложностью и дороговизной научных инструментов и междисциплинарностью проблем, количество «неписателей» тоже постоянно растет. За всю команду, как правило, пишет ее руководитель.

Я, похоже, увлекся и ушел в детали, а общая картина такова — мир, который видит вокруг себя изобретатель, его движение и пути изменения отличаются от того, что видят сочинители и ученые.

Все вышеописанное — не объяснение, в чем же именно это отличие заключается, но приведение ар-

гументов в пользу того, что такое отличие есть, его надо изучать, описывать и эксплуатировать.

Вернемся к термину «язык защиты». Что значит «защиты»? Что надо знать и сделать для того, чтобы защитить свое изобретение?

Во-первых, необходимо предугадать (!), откуда на него нападут, и изобрести, как это нападение (которое еще не случилось!) отразить в случае, если оно произойдет. Что это, если не вероятностно-прогностически-созидательное мышление? Надо найти возможные варианты развития того, что уже есть, и для этого выявить ресурсы развития, а среди них провести ранжирование и выделить наиболее вероятные. Для этого нужно определить, как они могут друг с другом взаимодействовать и каковы могут быть последствия этих взаимодействий. Надо представлять, что может получить и что захочет получить тот, кто, возможно, нападёт. Значит, необходимо понимать, зачем твое изобретение нужно тебе как автору и, следовательно, похожи ли на тебя те, кому оно может помешать. И как именно помешать?

Во-вторых, определив и оценив, куда может пойти развитие изобретения, надо подвести его под более общее утверждение, которое и надо защищать в этом же патенте. Но защитить его просто так в общем виде как часть патента нельзя, потому что патент дают под конкретную идею. Значит, придется модифицировать, развить или переформулировать свою конкретную идею так, чтобы можно было обоснованно сделать такое общее утверждение, под которое подпадет не только твоя конкретная идея, но и то, чего еще нет, но что может быть придумано теми, кто впервые прочитает твою новую защищаемую идею.

И, наконец, в-третьих, если такой вариант развития найден, то почему же его возможности не использовать для того, чтобы сразу улучшить то, что уже сделано, прежде чем оно будет «заформулировано» в жесткую оболочку, которую уже нельзя будет поменять и придется писать еще один патент?

Получается высокоитеративный процесс осмысления того, что, казалось бы, уже сделано и готово к тому,

чтобы его просто описать как есть и отправить в патентное ведомство.

Осмысление с таких позиций практически невозможно после того, как изобретение уже завершено и «поезд ушел». Но оно возможно по отношению к незавершенному изобретению как с самого первого момента появления идеи, так и в процессе разработки.

Необходимость такого «специфического защитного отношения» к изобретению по мере увеличения опыта изготовления таких защищенных изобретений, я думаю, приводит к профессиональной деформации мышления и начинает работать уже не как защита готового, а как часть «разработочного и изобретательского мышления».

Бедняге-изобретателю теперь все время надо все переделывать. Для него все представляется возможным. Неважно, реально это сделать или нет — раз он об этом подумал, то, может быть, и да. Зачем проверять и тратить время на то, чтобы выяснить, можно это сделать или нет? Гораздо быстрее представить, что это осуществимо и посмотреть на последствия — и тут, ключевой момент (!!!), не вообще последствия, а применительно к той идее, которую он сейчас развивает. Замечательно противоречивое и в то же время цельное сочетание всеобщего охвата (размазанности, распыления и т.п.) и жесткой концентрации только на одной узкой и конкретной задаче (ограниченности, психологической инерции и тупого упрямства).

Глядя со стороны на такое поведение, легко согласиться с оценкой крупнейшего американского изобретателя Чарльза Кеттеринга, который был соавтором более 140 патентов и почетным доктором более 30 университетов: «Изобретатель — это парень, который не относится к своему образованию со звериной серьезностью». Более того, он не побоялся сказать, что «надо быть до определенной степени невежественным, для того чтобы добиться чего-нибудь в деле прогресса».

Возвращаясь к вопросу «Изобретательство — это наука или искусство?», можно посмотреть на него с другой стороны. Чем отличаются друг от друга ученые, изобретатели и деятели искусства?

Эти отличия кратко и с солдатской прямоотой можно описать следующим образом.

- Поэт (художник), глядя на кирпич, думает о себе (о человеке, который отражает в себе природу).
- Ученый, глядя на тот же кирпич, думает о кирпиче (объективно и независимо от человека существующей природе).
- Изобретатель, глядя на кирпич, думает как бы этот кирпич переделать, чтобы извлечь из него дополнительную пользу (о том, как сотворить другую «руко-творную» природу, которая будет лучше натуральной).

Эти три позиции как система координат задают пространство, в которое можно поместить каждого человека, и он будет иметь понемногу от всех видов отношения человека к внешнему миру.

С этой точки зрения обыватель может не быть поэтом или ученым, но он всегда изобретатель. В тот момент, когда он осваивает новый объект — он целиком или частично изобретает, как этот объект использовать.

В любой инструкции по эксплуатации есть пробелы, предполагающие очевидность некоторых действий. Если они персонально для Вас оказались не очевидны, то их придется изобрести с ходу или сделать несколько разных попыток. Каждая из них не произвольна, но обоснована предыдущим опытом. На основе этого опыта Вам и придется в конце концов изобрести, как использовать этот объект.

Такое представление об изобретателе на первый взгляд выглядит доведенным до логического абсурда, но это не так, о чём, в частности, будет идти речь в этой книге.

## **Что такое изобретение и кто такой изобретатель?**

Что такое изобретение? Есть разные определения. Мне самым серьезным и обоснованным кажется то, которое больше ста лет назад дал приват-доцент Императорского СПб Университета А.А. Пиленко в своем многотомном труде «Право изобретателя. Историко-догматическое исследование» (1902—1903).

Я наткнулся на этот труд случайно и, виноват, подумал, что это нечто современное, а название такое, потому что автор оригинальничает. Все знают, такого добра с претензиями очень много в Интернете. Однако, начав читать, «увидел льва по когтям» и сильно удивился, кто же это в наше «скороприпрыжное» время, когда всем хочется ответа сразу, покороче и позавлекательнее, пишет так умно и «безвременно», словно у него и у читателя впереди вечность и нет другой цели, кроме как глубоко и добросовестно рассмотреть вопрос и не только понять, но уважительно представить точки зрения тех оппонентов, неправоту которых он доказывает. Ну и оказалось, что это классика, с которой, я надеюсь, знакомы все, кто, в отличие от меня, полнообъемно изучал патентную науку.

Я не удержусь и приведу три цитаты, чтобы показать аргументы и факты, которые в начале прошлого века несомненно убеждали, как много значит для общества изобретательство.

- На рубеже XX века трудно написать что-нибудь, кроме общих мест, по вопросу о значении изобретений. Если не вдаваться в мелочи, то чрезвычайно трудно сказать что-нибудь новое и избежать громких фраз о «веке, когда человек ездит паром, пишет молнией и рисует солнечным лучом».

- Для того, чтобы ясно представить себе экономическое значение изобретений, достаточно подумать о том, каково было бы потрясение всего мирового хозяйства, если бы у нас отняли семь чудес современной техники: перевозку посредством пара, применение электричества, скоропечатную машину, швейную машину, ткацкую машину, жатвенную машину и подводный кабель. И при этом я совсем не упоминаю об изобретениях мелких, второстепенных, но имеющих на Западе столь громадное значение для увеличения комфорта и для ускорения сношений между людьми: о фотографии и фонографе, о «швейной машине для мыслей» (typewriter) и о «механической совести кондукторов» (контрольные счетчики и таксометры), о рублевых часах и велосипеде, о бесчисленных автоматичес-

ких дистрибуторах (put a penny in the slot) и о кассовых аппаратах (cash-register) и т.д. без конца.

• Наполеон, возвращаясь из Москвы в Париж и имея высокий интерес добраться до Франции возможно быстрее, все-таки не смог сделать переезд скорее как в 6 дней (с 5 по 10 декабря 1812 г.). А теперь всякий из нас может сделать то же расстояние в 48 часов, вовсе не будучи всемогущим императором с неограниченными средствами. На последней Парижской выставке была выставлена интересная картограмма, иллюстрировавшая развитие скоростей за последние 200 лет. Оказывается, что курьерский поезд проходит расстояние от Парижа до Калэ (295 км) в 3—4 часа. В 1692 г. возок отъезжал от пункта отправления в тот же промежуток времени на 5 км; в 1786 г. дилижанс — на 12 км, в 1834 г. почтовая карета — на 32 км, а в 1867 г. поезд — на 193 км. Все расстояние делали в XVII веке в 7 дней, в XVIII — в 3 дня, в середине XIX — в 5 часов. Недаром торговцы г. Бордо подавали в 50-х гг. обширную петицию против постройки железных дорог, доказывая, что эти последние «убьют провинциальную торговлю». А в 40-х гг. купцы г. St-Amand служили молебен с колокольным звоном по случаю того, что проводимая железная дорога прошла достаточно далеко от их города.

Как же нам следует определить, что такое изобретение? Вот что писал А.А. Пиленко:

• Приступая к разрешению вопроса: что называется изобретением, не нужно, однако, придавать этой проблеме слишком большого практического значения. Конечно, изложение может выиграть, если удастся свести различные его части к одной удачной и элегантной формуле; но практическое значение такой формулы все-таки останется второстепенным. Практика может работать и без точных определений, а точные определения как таковые не годны для практического употребления.

Далее я привожу его определение без многочисленных и очень интересных доказательств и обсуждения. Хотелось бы думать, что сто лет после этого были «прожиты не зря» и современные авторы понимают и трак-

туют изобретение еще глубже, но моих знаний для этого не хватает. А.А. Пиленко (<http://www.libertarium.ru/libertarium/pilenko-1-book>) трактует понятие «изобретения» в неразрывной связи с понятием «открытие» и «творчество», поэтому следующий фрагмент текста я не могу не процитировать.

*Начало цитаты.* Представим себе человека, оторванного от общества. В своей жизни этот человек будет наталкиваться на ряд проблем: некоторых он совсем не заметит (по недостаточной подготовке), на некоторые он обратит внимание, но безуспешно — наконец, определенное число этих проблем он решит. Классифицируя эти решенные им самостоятельно проблемы по трудности, мы можем расположить их в восходящем порядке, от простейших и до наиболее сложных. Последняя из решенных проблем будет критерием для способностей данного человека, выше ее будут лежать все те остальные, коих общим признаком будет трудность, превышающая силы данного субъекта.

Если мы затем вообразим ряд таких лестниц для ряда различных субъектов и станем эти лестницы сравнивать, то мы тотчас заметим, что они различествуют по своей высоте, одна останавливается выше, а другая ниже. Классифицируя, в свою очередь, эти лестницы по их высоте, мы построим при неопределенно большом количестве субъектов восходящую кривую второго порядка, соответствующую различию максимального умственного напряжения разных людей. Крайние места займут, с одной стороны, гениальные люди, а с другой — Богом обиженные простачки, идиоты. Важным при этом является то обстоятельство, что от крайнего простачка и до крайнего гения будет идти (теоретически точно мыслимая) непрерывная восходящая линия, без скачков.

В этой непрерывной линии восходящих по трудности проблем делается, обыкновенно, одно весьма удобное с практической точки зрения подразделение. Так как было бы несправедливым ставить в одну категорию решение и самой высшей, и самой низшей проблемы, то принимают, что решение некоторых высших про-



блем требует от субъекта особенной остроты ума, особенного, **ближе не определимого** (*подчеркнуто мной. — Г.З.*) качества, именуемого творчеством. Тот, кто сумел найти мысль, никому дотоле не являвшуюся, представляется толпе или существом сверхъестественным, полубогом, или, по крайней мере, существом, одержимым сверхъестественными, особенными силами. Onde не просто рассуждает, мыслит: на него находит вдохновение, он творит под влиянием особого наития.

Было бы, конечно, наивным искать объективные мерки для понятия творчества. В каждое данное время и в каждом данном обществе существует установившееся словоупотребление: удачное решение известных (этических, социальных, эстетических и т.д.) проблем предполагается требующим квалифицированной деятельности, творчества. Какие будут эти проблемы? Что считается удачным их решением? Эти вопросы по самому существу своему должны остаться без общего ответа. Восходящая линия проблем рассекается произвольно и изменчиво на две части: выше — творчество, ниже — рассудок, логика. И важным является при этом следующее обстоятельство: так как каждая проблема отличается от общих соседних (по нашему предположению) только бесконечно малой разницей в трудности, то и наименее трудная из творческих проблем будет отличаться от высшей, нетворческой — лишь бесконечно малой разницей.

Итак, все проблемы, предложенные человеческой пытливостью, разделяются на две неравные группы: высших и низших, в зависимости от того, требуется ли для их решения квалифицированная умственная деятельность, носящая название творчества.

Если мы вернемся к тому оторванному от общества человеку, с которого мы начали наше рассуждение, и рассмотрим его индивидуальную шкалу проблем, то может оказаться, что некоторое число высших из решенных им проблем станет выше линии творчества. Человек этот, следовательно, обладает творческим умом: он творческим путем дошел до некоторого числа идей. Такие идеи, т.е. решения требующих творчества проблем, мы будем называть открытиями.

Существуют ли в нашей солнечной системе планеты за Ураном? U.J.J. Leverrier утвердительно решает эту проблему рядом вычислений: он открывает в 1845 г. существование Нептуна, даже не видав его. Какими принципами определяются взаимоотношения тел в пространстве? Ньютон отвечает на этот вопрос и творчески открывает закон всемирного тяготения. Б. Шварц творческим актом открывает свойства пороха. *Конец цитаты.*

Далее следуют утверждения, объясняющие, что такое изобретение.

*Начало цитаты.* Изобретение есть решение требующей творчества утилитарной проблемы.

Во всякой технической деятельности нужно различать три стадии: постановку вопроса (проблема) — решение проблемы (изобретение) — осуществление на практике найденного решения.

Изобретение не надо смешивать ни с постановкой проблемы, ни с практическим осуществлением найденной идеи. Под постановкой технической проблемы нужно понимать указание на существование неудовлетворенной материальной потребности, а под решением ее — сопоставление потребности с определенными средствами, могущими ее удовлетворить. Понятие проблемы поэтому совпадает с понятием результата, достигнутого изобретением: идя сверху вниз, мы говорим о проблеме, решенной изобретателями, а идя снизу вверх, — о результате, достигнутом посредством изобретения. Основной принцип, на котором зиждется все патентное право, гласит, что проблемы (результаты) не патентуются. Такого рода правило является совершенно необходимым: иначе пришлось бы давать невероятно широкие исключительные права на удовлетворение всеми мыслимыми способами данной человеческой потребности.

Изобретению имманентна, так же как и открытию, только субъективная новизна (т.е. нельзя изобрести что-нибудь, уже известное самому изобретателю, но можно изобрести что-нибудь, уже известное другому или другим людям). ...Выражения: «не новое изобретение», «он изобрел всем давно известный прибор» — несколько не режут нашего уха. *Конец цитаты.*

Итак, понимание того, что «изобретатель — это решатель творческих проблем», было достигнуто и отчетливо сформулировано, по крайней мере, 100 лет назад.

В наше время существует такой культурный феномен, как научные (например, физические) олимпиады для школьников. Каждый участник, решая задачи, фактически строит на олимпиаде ту самую «лестницу», о которой пишет А. Пиленко. Жюри олимпиады задает эталон высоты и отбирает «самые длинные лестницы». Я знал и знаю людей, которые с большим энтузиазмом занимались этим непростым делом, и должен сказать, их практический опыт подтверждает концепцию, что творческий успех в решении задач — это прежде всего «обученность умению решать такие задачи».

Такие испытания усугубляются еще одним обстоятельством — необходимостью найти решение за ограниченное время.

В то же время есть еще один феномен: человек не может решить задачу сразу, но и отступить от нее тоже не может.

Судите сами, что с большей вероятностью мы обнаружим у состоявшегося изобретателя как первопричину его успехов: обученность решению задач или мотивацию, которая заставляет его не отступать? Все знают, что в начальники выбиваются не самые умные люди, а самые настырные, из чего можно заключить, что «ум и настырность записаны в разных генах». Изобретатель тоже человек, и у него, как у всех, ум и характер наследуются независимо.

Конечно, есть правила, как надо решать проблемы и изобретательские задачи. Есть даже теория решения изобретательских задач, которая существует и развивается полвека и прекрасно работает. У кого есть доступ к Интернету, наберите слово ТРИЗ, получите тысячи ссылок и массу интересного материала для чтения и обучения умению решать проблемы.

А вот мотивация, которая заставляет изобретателя годами искать решение одной и той же проблемы, на которую он почти всегда наткнулся случайно, — это загадка. «Можешь не писать (книгу) — не пиши» — эту

максимум знают все. Можно ли сказать «можешь не изобретать — не изобретай»? А если не можешь, то почему?

## Человек по своей природе — изобретатель

Если заглядывать вглубь природы человека, то, видимо, придется согласиться с тем, что «человек говорящий» — это изобретатель по рождению и принадлежности к роду человеческому.

Стивен Пинкер в статье «Языковой инстинкт» (Логос. № 8, 9, 1999) пишет, что «языковой комплекс является универсальным потому, что дети в действительности каждый раз изобретают его заново — поколение за поколением — и не потому, что они учатся, не потому, что они такие умные или язык им полезен, а просто потому, что не могут иначе».

Другой пример из этой же статьи. *Начало цитаты.* Пиджин — это прерывистый ряд слов, заимствованных из языка колонизаторов или плантаторов, причем последовательность слов может быть самой разной, а грамматике не придается особого значения. Иногда пиджин становится *lingua franca* и с течением времени усложняется, как пиджин-инглиш в современном Южнотихоокеанском регионе. (Принц Филипп был приятно удивлен, узнав во время своего визита в Новую Гвинею, что на местном наречии его именуют **паренек Мадам Королевы.**)

Однако лингвист Дерек Бикертон представил доказательство того, что во многих случаях пиджин может быть одним махом преобразован в полностью сформированный язык: все, что для этого требуется, — группа детей в возрасте, когда они начинают усваивать родной язык. Это происходит, говорит Бикертон, когда детей изолируют от родителей и они собираются вокруг рабочего, который говорит с ними на пиджине. Детям не свойственно воспроизводить отрывочные комбинации слов, и они приносят грамматическое разнообразие туда, где раньше его никогда не было, а в результате возникает новый, с иголочки, богатый,

выразительный язык. Такой язык, появляющийся, когда родным языком детей является пиджин, называется креол. *Конец цитаты.*

Конечно, не все работающие в этой области согласны с С. Пинкером.

## Процесс создания изобретения народ «в упор не видит»

Предположим, мы не уверены в том, что каждый человек — это изобретатель, который, как минимум, сам изобрел тот язык, на котором он говорит, используя в качестве материала слова, воспринятые им от окружающих. Даже в этом случае, я думаю, что при попытке найти себя в пространстве координат «изобретатель — ученый — поэт (художник)» большинство окажется скорее в числе изобретателей, нежели поэтов или ученых.

Но вот что поразительно — степень неосознавания и непринятия этого чудовищно велика, вплоть до того, что в массовом сознании фактически отрицается существование самого **процесса** создания изобретения.

Процесс научного исследования существует, процесс поэтического или художественного творчества есть, а изобретательского процесса нет.

У кого есть дети, помнят, как трудно было выбрать имя своему ребенку. Каждое имя замечательно по-своему. Рукопись этой книги долго жила под именем «Техническая система глазами изобретателя». Почему не инженера? Разве изобретатель не тот же инженер? А инженер, согласно одному из словарей иностранных слов, — лицо с высшим техническим образованием и, следовательно, какими же еще глазами смотреть на техническую систему, кроме как глазами лица с высшим техническим образованием?

Проведем эксперимент. Определим частоту употребления в Интернете четырех словосочетаний:

- глазами изобретателя,
- глазами инженера,
- глазами ученого,
- глазами художника.

Тексты, которые поисковая система искала в Интернете	Количество найденных документов		
	Rambler на русском языке	Google англ. перевод текстов	Сумма
глазами изобретателя	4	0	4
глазами инженера	72	6	78
глазами ученого	714	20	734
глазами художника	550	695	1245

Поиск был сделан осенью 2002 года. В сети было представлено все, что угодно, глазами художников и ученых. В 10 раз меньше, но все же видение этого мира инженерами представлено. (Обратите внимание, русскоязычные авторы интернетовских текстов чаще смотрят на мир глазами технарей, чем англоязычные авторы. Само по себе симптоматично.)

А вот изобретатели просто не существуют. А почему:

- То ли им (изобретателям), если они все-таки есть, просто некогда и они только и делают, что молча изобретают — вон сколько всего вокруг придумано. Не с неба же все это, в конце концов, свалилось в готовом виде!

- То ли каждый может попутно изобрести все, что угодно, и поэтому «изобретатель» — это не профессия и, соответственно, такой самоидентификации не существует.

Трудно ожидать, что в бумажной литературе по сравнению с Интернетом относительная представленность мнения и видения изобретателей выше.

Давайте тем же способом оценим внимание, которое уделяется таким компонентам любого процесса, как участники, сам процесс и его результат. Сравним частоты употребления соответствующих слов на Рунет (поисковая система Rambler). В скобках дано количество упоминаний данного слова.

### Процесс № 1

«Изобретатель занимается изобретательством и делает изобретения»

- изобретатель (62 531)
- изобретательство (17 522)
- изобретение (140 819).

На одно упоминание результата — 0,1 упоминания процесса и 0,4 — автора.

Процесс № 2А

«Ученый занимается наукой и делает открытия»

- ученый (770 160)
- наука (1 660 105)
- открытие (815 117).

На одно упоминание результата — 2 упоминания процесса и 1 — автора.

Процесс № 2Б

«Ученый занимается наукой и делает исследования»

- ученый (770 160)
- наука (1 660 105)
- исследование (1 267 684).

На одно упоминание результата — 2 упоминания процесса и 1,6 — автора.

При этом количество упоминаний о науке (1 660 105) и технике (1 904 759) практически одинаково.

Эти цифры могут отражать следующие представления.

- Открытия и исследования появляются в результате того, что есть наука, которой занимаются ученые.

- Изобретения появляются просто сами по себе, изобретательства как процесса практически нет. В некоторых случаях изобретения неслучайны, поэтому имеет смысл упоминать автора, который, может быть, неслучайно наткнулся на идею.

Для сравнения:

- «лотерея» — 38 761
- «розыгрыш лотереи» — 684
- «победитель лотереи» — 147
- «приз лотереи» — 157.

На одно упоминание результата — 4 упоминания процесса и 1 — автора.

Эти факты просто вынуждают нас сделать такой замечательный вывод:

- В лотерее есть как процесс, так и роль победителя в выигрыше, поэтому победитель достоин упоминания.
  - Изобретения появляются без процесса, изобретатель здесь практически ни при чем.
- Дальше просто некуда.

## **Метафора — инструмент концептуального мышления изобретателя**

Я вернулся в это место после того, как написал половину книги, чтобы вставить нижеследующий текст. Я осознал, что не только использую свое право изобретателя на создание необходимой новой терминологии, но и злоупотребляю метафорами. По возможности сократив их количество, я, тем не менее, вижу, что их много. По этой причине я просто обязан заранее объяснить, почему без них невозможно обойтись.

Во-первых, метафоры — это обязательная часть мышления, которую обеспечивает специальный участок мозга. И тот, у кого он «от природы слишком активен», не виноват. Его надо принимать таким, каков он есть. В пользу такой позиции говорит недавнее исследование.

Профессор В.С. Рамачандран (<http://www.nature.com/news/2005/050523/full/050523-9.html>) и его коллеги выявили ту область человеческого мозга, которая отвечает за образную речь. У четырех пациентов профессора имели место дефекты в работе левой угловой извилины, месте соединения височной, теменной и затылочной долей коры левого полушария. Она находится чуть выше левого уха и размерами не превышает грецкий орех.

Давно известно, что серьезные поражения левой угловой извилины приводят к анемической афазии, неспособности правильно вспоминать нужное слово или название. Однако пациенты Рамачандрана могли совершенно нормально говорить и понимать чужую речь, но за одним существенным исключением: они были не в состоянии расшифровать скрытый смысл



пословиц и метафорических афоризмов, даже самых общеизвестных. «Не все то золото, что блестит» для них означает, что надо тщательно проверять ювелирные украшения.

Угловая извилина расположена поблизости от тех зон коры больших полушарий, где обрабатывается информация, поступающая от органов зрения, слуха и обоняния. Можно было ожидать, что такие больные не смогут проецировать друг на друга сигналы, приходящие по различным сенсорным каналам, потому что такие мыслительные операции сродни метафорической речи. И эта гипотеза полностью подтвердилась. Пациенты не могли связать изображение пилы с воющим звуком или проследить другие подобные аналогии, вполне очевидные для людей с нормально работающим мозгом.

У человека угловые извилины коры головного мозга гораздо больше, чем у высших обезьян, и этот анатомический факт может означать, что данные разделы мозга крайне важны для полноценной работы сознания. По мнению Рамачандрана, левая угловая извилина не только управляет формированием языковых метафор, но и играет ключевую роль в абстрактном мышлении.

Принято считать, что у абсолютного большинства людей левое полушарие в первую очередь управляет работой языкового аппарата, в то время как правое отвечает за восприятие пространства. Если обе угловые извилины контролируют образное мышление, то дефекты в работе правой извилины должны нарушать способность к формированию пространственных метафор. С другой стороны, мало ли что у человека в мозгах существует и как они устроены. Это еще не повод. Например, всем известный В.С.Черномырдин, который вошел в историю России словами «Хотели как лучше, а получилось как всегда», известен и другой фразой: «На любом языке я умею говорить со всеми, но этим инструментом стараюсь не пользоваться».

Также и с метафорами. Существуют ли ситуации, когда без них в принципе нельзя обойтись? Да, и это хорошо показано в следующих фрагментах из двух работ о метафорах.

**Первый фрагмент** (<http://www.psychology/all.ru/Artmeta/htm>). Метафора — это перенос названия, при котором мы отдаем себе отчет в том, что название используется не по его прямому назначению. Для метафоры необходимо, чтобы мы осознавали ее двойственность.

Когда мы говорим *el fondo del alma* — до глубины (дна) души, под словом «дно» мы подразумеваем некий духовный феномен, не имеющий ничего общего с пространством и лишенный физических характеристик, таких как, например, имеют поверхность или дно. Обозначая словом «дно» некоторую часть души, мы отдаем себе отчет в том, что нужный нам косвенный смысл произведен от прямого.

Когда мы говорим, что у души есть «дно», мы относим это слово сначала к дну какого-нибудь сосуда, например бочки, а потом как бы «очищаем» это значение от указания на физические параметры и относим его к психике.

Зачем мы используем названия не по прямому назначению? Почему не предпочесть прямое обозначение и не употреблять слова в их собственном смысле? Мы, разумеется, так и сделали бы, если бы могли воспринимать «глубину души» своим взором так же ясно, как, например, красный цвет. Однако интересующий нас психический объект не только трудно назвать, о нем трудно даже помыслить. Он ускользает от нас: мысль не может его уловить. И тут мы начинаем замечать, что метафора служит не только наименованию, но и мышлению.

В этом заключена вторая — более глубокая и существенная — функция метафоры в познании. Метафора пужна не только для того, чтобы, благодаря полученному наименованию, сделать нашу мысль понятной для других людей, она необходима нам самим, чтобы объект стал доступен нашей мысли.

Почему метафора — не только средство выражения, но еще и важное орудие мышления? Не все объекты легко доступны для нашего мышления, не обо всем мы можем составить отдельное, четкое представление. Наш дух вынужден поэтому обращаться к легко постижимым объектам, чтобы, приняв их за отправную точ-

ку, составить себе понятие об объектах сложных и трудноуловимых.

Метафора служит орудием мысли, с помощью которого нам удается достигнуть самых удаленных участков нашего концептуального поля. Однако она НЕ раздвигает границы мыслимого, она лишь обеспечивает доступ к тому, что смутно виднеется на его дальних рубежах.

**Второй фрагмент** (Седов А.Е. Метафоры в генетике // Вестник РАН. 2000. 6. С. 526—534).

Вербальной метафорой называют слово или словосочетание, почерпнутое из лексики других научных дисциплин, из художественной или технической литературы, из бытовой лексики. Метафоры в чем-то приобретают новый смысл, а в чем-то сохраняют первоначальный, сходный с новым. Сходство образно и ассоциативно, поэтому научные метафоры, вырванные из контекстов, неотличимы от художественных. (Сравним, например, художественные образы «груз воспоминаний» и «бегущее время» с генетическими терминами «генетический груз» и «прыгающие гены».) Среди метафор есть как краткие профессиональные термины — односложное слово или сочетание из двух-трех слов, так и развернутые высказывания.

В англоязычной научной литературе вопрос о роли метафор в науке обсуждается с начала 60-х годов. Вот лишь некоторые оценки:

- «метафора — жизненный дух парадигмы или, точнее, ее основная организующая связь»;
- «любая научная теория — сеть метафор и, более того, — любое знание, включая научное, неизбежно метафорично»;
- «метафоры... часто связывают уже сложившиеся концепции с еще только формирующейся новой системой представлений»;
- метафора выполняет в научном познании организующую функцию, связывая как различные слои языка теории, так и разные по природе и происхождению фрагменты знания».

...Как же «работают» метафоры в научных концепциях?

Обычно одна и та же сложная природная система —

структура или процесс, — не целиком изобретенная и созданная человеком, а лишь частично исследованная и понятая им, может быть представленной в умах и трудах разных исследователей в виде разных систем, состоящих из вербальных и визуальных образов, временных и логических связей — так называемых когнитивных моделей. Их изучает когнитивная психология, а в будущем, возможно, они станут объектами нейробиологии и computer science.

Видное место в когнитивных моделях занимают метафоры. Они играют в данном случае такую же роль, какую в компьютерной программе — команда вызова подпрограммы-модуля, вызывая когнитивный блок-ассоциацию извне — из другой области знаний, в которой образы, аналогичные исследуемым, уже есть. Поэтому метафору можно рассматривать как своеобразный «концентрат» информации, как новый информационный вход в данную когнитивную модель из других. Конечно, такой прием оказывается очень нужным для описаний реального воображаемого и предполагаемого — не только в живописи, кино и художественной литературе, но и в научных теориях и гипотезах.

Если редкий, неожиданный элемент может быть встроен в систему, не нарушая ее законов, то он может резко повысить ее информационную емкость. Новая метафора — это редкое, неожиданное сочетание слов и смыслов. Если она удачна, то в описании увеличивается количество информации (для сравнительно простых систем с известными вероятностями событий — вычисляемое по К. Шеннону). Увеличивается и ее ценность, понимаемая как мера «неизбыточности, незаменимости информации», для таких простых систем тоже вычисляемая и тем большая, чем выше «уровни рецепции информации». Поэтому она максимальна именно на «верхних» уровнях мышления — в описаниях когнитивных моделей сложных процессов.

По Г. Кастлеру, «создание новой информации состоит в запоминании случайного выбора». Значит, она создается и при создании метафоры: в процессе творчества происходит перебор и выбор сочетаний метафор и слов, а запоминание удачных вариантов проис-

ходит на двух стадиях — автором (в его собственных высказываниях и во впервые предлагаемых им терминах) и его коллегами (в цитируемых высказываниях и в терминах, вошедших в употребление).

## Авторитет классика

«Тем не менее наши изданные совместно работы привлекли очень мало внимания, и единственная заметка о них в печати, которую я могу припомнить, принадлежала профессору Хоутону из Дублина, приговор которого сводился к тому, что ~~все новое в них не~~ ~~верно, а все верное не ново.~~ Это показывает, насколько необходимо любую новую точку зрения разъяснить с надлежащей подробностью, чтобы привлечь к ней всеобщее внимание». (Ч. Дарвин. Сочинения. Т. 9. М., 1959. Автобиография. Жизнь в Дауне. <http://charles-darwin.narod.ru/biography/books.html>).

Итак, цель предпринятого описания не в том, чтобы заколотить новую идею в память «среднему читателю». И не том, чтобы озлобить «умного читателя», который и без меня все знает и ему нужен только конечный вывод, чтобы сразу с высоты своей экспертизы его оценить.

Цель в том, чтобы показать, где и как происходит переинтерпретация и расширение понятия «техническая система» и любезно пригласить умного и, я не боюсь этого слова, доброжелательного читателя к пониманию и критике.

---

---

# ПРОСТОТА И АБСТРАКТНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

---

---

## ВВЕДЕНИЕ

**КАЖДАЯ** наука имеет свой понятийный аппарат, в котором есть базовые понятия, которые должны быть объяснены в терминах «внешнего по отношению к этой науке мира».

Тому, кто шаг за шагом прочитал все оглавление, уже не надо говорить, *как много* можно пакрутить вокруг понятия «техническая система». *Зачем это надо* — вот вопрос. Масштаб ответа будет виден из следующей аналогии, а прямой ответ дан в тексте этой книги.

Широко известная притча. Три человека строят кирпичную стенку. Их спрашивают: что вы делаете? Первый говорит — кирпичи кладу. Второй — на жизнь зарабатываю. А третий отвечает — Храм возвожу.

Разные пользователи этой притчи делают из нее разные выводы. А мне интересно, как называли третьего каменщика его коллеги? Думаю, в лучшем случае таким же, как они, каменщиком, но скорее всего — придурком, потому что он отказался от более выгодного контракта на постройку тюрьмы.

Я не рассматриваю случай, когда коллеги-каменщики — плохие люди, они замечательные и могут вполне уважать этого чудака за что-нибудь другое. Самый дешевый вариант, с моей стороны, был бы начать морализировать. Но меня интересует другое — механизм даже не отторжения, а невосприимчивости людьми определенных утверждений или «месседжей», как сейчас любят говорить. Они звучат, звучат, а следов от них в голове

слушателя не остается. Мне очень не хочется, чтобы это произошло с моей книгой.

Еще один не менее известный пример-шутка. Профессор говорит студентам: «Я могу говорить одно, писать на доске другое, а думать третье. Так вот, вы должны понять и усвоить то, что я думаю». В этой шутке горечь поколений преподавателей и придумал ее наверняка не студент, а именно преподаватель.

Отчего же так получается?

У меня есть свое (для персонального пользования) модельное объяснение этого явления, в соответствии с которым я и построил текст книги. Излишне говорить, что я никому эту модель не навязываю. Итак, природный феномен, который лежит в основании этой модели.

Белок — это полимерная молекула, которая построена из мономеров, называемых аминокислоты. Разнообразие белков практически необозримо, но все белки построены всего лишь из примерно 20 разных аминокислот. Совершенно замечательно, что белки практически всех живых организмов построены из одного и того же набора аминокислот. Более того, для клетки, которая использует какую-либо аминокислоту, чтобы вставить ее в структуру новосинтезируемого белка, безразлично, откуда аминокислота взялась. Была ли она новосинтезирована в клетке из других более мелких молекул, или же получилась в результате расщепления белка полимера на отдельные мономеры, для клетки значения не имеет.

Следующий факт. Пищеварение и усвоение пищи заключается в том, что чужие молекулы пищи разрушаются до состояния мелких молекул, из которых затем организм строит свои собственные молекулы.

Вот что удивительно. Во многих случаях организм разрушает поступивший с пищей белок до состояния набора аминокислот, а затем строит из этих аминокислот точно такой же белок. Зачем делать много лишней работы? Почему не использовать молекулу белка, пришедшую с пищей, целиком в таком виде, как она пришла? Взять ее и сразу встроить в какую-нибудь свою структуру, казалось бы, клетке было бы экономнее. Или нет?

Да, экономнее, но есть другая «страшная проблема». Как определить, что этот пришлый белок идентичен тому, который нужен клетке? Просто подумать об этом достаточно, чтобы согласиться, что создавать и содержать самый сложный аппарат сравнения пришлых белков со своими белками — это задача наисложнейшая. Поэтому природа идет более простым и надежным путем — она использует одинаковость аминокислот, то есть фрагментов, на которые «специальные ножницы» в клетке разрезают белки. Такой подход позволяет не проверять, что получилось, но сразу это использовать.

Потрясающе красивый и универсальный принцип. Зная заранее, что сложная структура построена из стандартных блоков, соединенных друг с другом в не известной заранее последовательности, но стандартными связями, достаточно иметь инструмент нахождения этих связей и разрезания их. Что клетка и делает. После этого она использует аппарат синтеза собственных белков из **собственных** аминокислот для синтеза **собственных** белков из **чужих** аминокислот.

Аналогия. Компания строит кирпичные дома по своему архитектурному проекту и для этого имеет кирпичный заводик, на котором изготавливает свои, но стандартные кирпичи. Эта компания сможет использовать как сырье не только глину и песок для кирпичей, но и обломки чужих домов, если научится разделять их на отдельные кирпичи. Поэтому компания с неизбежностью включает в свое хозяйство завод по разборке фрагментов домов на отдельные кирпичи.

А теперь представьте себе, что сложная и длинная мысль — это аналог молекулы белка. Это означает, что эта мысль построена из стандартных «смысловых блоков», основанных на определенных свернутых понятиях и терминах. Например, слово «интеграл» мгновенно говорит очень много математику и порождает в его мыслях различные отклики. Оно же ничего не оставляет в голове математически неграмотного человека. Ответная реакция на слово интеграл — интер-чо? Да ладно, проехали.

Следующее утверждение (гипотеза) — мозг устроен так, что любую мысль-белок разрезает на «смысловые



блоки» — аминокислоты и тут же строит из них свою мысль для собственного применения, например для того, чтобы согласиться с этой мыслью или нет.

Далее, что будет с теми кусками мысли, которые представляют собой «смысловые блоки», которых нет в голове слушателя? Он не может их опознать как «смысловой блок», т.е. как материал для строительства своих мыслей. Если он не дебил, то, конечно же, сможет их не только повторить, но и запомнить (на некоторое время, например до экзамена). Но он не сможет их использовать для построения своих мыслей.

Именно поэтому я убежден, что, прежде чем лепить красивые теории, прогнозы и объяснения, надо достаточно жестко сформулировать базовые понятия и превратить их в такие «смысловые блоки», которые можно будет опознавать и, следовательно, использовать для построения более сложных мыслей.

Последнее замечание резко усложняет задачу. Необходимо адекватный набор разных базовых элементов, комбинируя которые, можно получать целостные и устойчивые долгоживущие структуры. Например, безграничное разнообразие органических молекул построено всего лишь из сотни разных атомов. Огромное количество белков, которые участвуют в обеспечении практически всех функций живых организмов, построено всего лишь из двух десятков аминокислот.

Но начинать построение понятийной базы все равно надо с какого-нибудь края. В нашем случае крайней оказалась «техническая система».

# *Глава 1*

## **ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА**

### **Введение**

**М**ЕНЯ интересует эволюция систем, которые традиционно называют «технические системы» (ТС), и я хочу найти основания для максимально широкого применения этого термина для того, чтобы сопоставить эволюцию технических систем и живых организмов.

#### **Постановка задачи**

Начну с того, что любой мало-мальски общий термин имеет множество значений. Тем не менее всегда существует некое смысловое ядро, которое присутствует во всех вариантах использования данного термина. Поэтому при любой попытке расширить или сдвинуть область употребления какого-нибудь термина надо вначале определить его смысловое ядро, а затем показать, что расширенное или сдвинутое употребление термина по-прежнему сохраняет его базовый смысл.

Термины «система» и «организм» многообразны и имеют десятки значений, например, термин «система» имеет 16 значений в словаре Н. Вебстера (Webster, 1996) и 7 значений в Кратком словаре иностранных слов русского языка (2000. М.: Вече). Все эти значения

сохраняют один центральный смысл и конкретизируют его для какой-нибудь области употребления. Базовый смысл обоих терминов практически совпадает — «всякое сложное единство, в своих специфических признаках не сводимое к своим частям». Очень цельное, но и практически безграничное определение. Поэтому обычно одного слова «система» или «организм» недостаточно. Как правило, термин «система» сопровождается определением, например философская, ботаническая, нервная, солнечная, десятичная, метрическая, техническая, периодическая система элементов, система воспитания и т.д. и т.п. Аналогично этому, организм — животный, растительный, общественный, сложный организм музыкального произведения и т.д.

Напоминаю, что меня интересует сравнение «технических систем» и «живых организмов».

Уже известно из предыдущих попыток, и моих в том числе, что прямое сопоставление того, что инженеры называют технической системой, и того, что биологи называют живой организм, образно выражаясь, «не срабатывает». Поэтому задача моя такая: построить концепцию «технического организма», который можно уподобить «живому организму» для того, чтобы закономерности эволюции живых организмов применить (что подойдет, а что нет, заранее сказать невозможно) к эволюции специальным образом сконструированных совокупностей технических и, если понадобится, других видов систем. На уровне общих формулировок оба вида организмов — технический и живой должны быть разными вариантами воплощения одной и той же концепции. Забегая вперед, назову ее концепцией «саморазмножающегося организма».

**Об определении** (из кн. Челпанов Г.И. Учебник логики. М., <http://www.vusnet.ru/biblio/archive/chelpanov%5Ful/2000>).

Когда мы произносим какое-либо слово, соответствующее известному понятию, и хотим сделать его ясным для всех, то мы должны раскрыть содержание понятия, соответствующего указанному слову, а так как содержанием понятия называется совокупность его признаков,

то раскрытие содержания понятия можно обозначить как перечисление признаков, ему присущих.

Следует заметить, что не все понятия могут быть определены. Есть такие, которые имеют настолько простое содержание, что не могут быть определены. Они называются простыми. Например, понятие «пунцовый цвет» не подлежит определению: цвет этот нужно видеть, чтобы знать, что он такое. Определения, которые мы попытались бы дать в данном случае, были бы ложными в логическом отношении. Сюда же относятся такие понятия, как, например, «равенство», «тождество», «тяжесть», «протяжение», «сознание» и т. п.

Дадим определение прямоугольника, используя понятие «параллелограмм». Употребляя термин «параллелограмм», мы под ним понимаем или прямоугольник, или ромб, или квадрат. Зная это, мы не будем говорить «прямоугольник есть геометрическая фигура, плоская, ограниченная прямыми линиями, четырёхугольная» и т. д., а просто скажем, что это есть «параллелограмм, в котором все углы прямые», ибо всякий под словом «параллелограмм» разумеет геометрическую фигуру, ограниченную четырьмя прямыми, попарно параллельными линиями; прибавляя, что все углы фигуры прямые, мы окончательно завершаем определение ее именно тем, чем отличается прямоугольник от ромба и от квадрата, которые тоже суть параллелограммы.

Таким образом, определяя понятие «прямоугольник», мы указали род данного понятия (параллелограмм) и присоединили к нему видовое его различие (четыре прямых угла), отличающее его от других видов, входящих в тот же род, т. е. от ромба и квадрата. Руководствуясь тем же правилом, можно сказать, что «ромб есть параллелограмм, в котором все стороны равны», а «квадрат есть параллелограмм, в котором стороны и углы равны».

Итак, определение заключается в указании рода данного понятия с присоединением видового различия его. В логике это принято обозначать при помощи формулы: определение совершается при помощи ближайшего рода и видового различия.

Если нам нужно определить какое-либо понятие, то мы выражаем наше определение при помощи суждения, содержащего подлежащее и сказуемое. Подлежащее этого суждения называется определяемым, сказуемое — определяющим. Эти термины важны потому, что благодаря им можно указать правила, при соблюдении которых получается правильное определение.

Основные правила подробнее рассмотрены нами ниже.

Приемы, заменяющие определения:

- указание употребляется во всех случаях, когда нам приходится знакомить кого-нибудь с предметами непосредственного восприятия;
- описание употребляется индивидуальными предметами или при ознакомлении со свойствами, принадлежащими какой-либо вещи;
- характеристика приводит выдающиеся признаки какого-либо предмета или явления;
- сравнение употребляется в том случае, когда мы знакомимся с тем или иным понятием при помощи сравнения его с другими понятиями, похожими на него;
- различение употребляется в том случае, когда мы знакомим кого-нибудь с содержанием какого-либо понятия, указывая на то различие, которое существует между данным понятием и другими.

## Термин «техническая система»

**Инженерная и эволюционная интерпретации термина «техническая система».** Начну с цитаты из работы В.В. Коштоев. Информационные системы и феномен жизни. Тбилиси. 1998. <http://biblioteka.agava.ru/es/informatsionnyye.htm>

*Начало цитаты.* В настоящее время не существует еще общепринятого определения понятия системы. Перед тем как привести очередное определение этого понятия, рассмотрим основные свойства, которыми должен обладать объект, чтобы его можно было считать системой. Согласно [В.И. Николаев, В.М. Брук.

Системотехника: методы и приложения. Л., 1985] существует, по меньшей мере, четыре таких свойства.

### 1-е свойство (целостность и членимость)

Система — это прежде всего целостная совокупность элементов, т.е., с одной стороны, это целостное образование, а с другой — в ее составе отчетливо могут быть выделены целостные объекты — элементы. Элемент системы — это объект, выполняющий определенные функции в системе, который в условиях данной задачи не подлежит расчленению на части. Элементами системы могут быть не только вещественные объекты, но также свойства и состояния, связи и отношения, фазы, этапы, циклы и уровни функционирования и развития [Система, симметрия, гармония / Под ред. В.С. Тюхтина, Ю.А. Урманцева. М.: Мысль, 1988].

### 2-е свойство (связи)

Связь как атрибут системы можно определить как физический канал, по которому обеспечивается обмен между элементами системы, а также между системой и окружающей ее средой, веществом, энергией и информацией, т.е. осуществляется то или иное взаимодействие. С системных позиций значение имеют не любые, а лишь существенные, системообразующие связи (отношения), которые с закономерной необходимостью определяют интегративные свойства системы. Систообразующие связи характеризуют такие взаимодействия между элементами системы, которые предполагают одновременность их существования. В этом заключается принципиальное отличие системных отношений от причинно-следственных. В отличие от причинно-следственных связей, системообразующие связи при статичном рассмотрении системы проявляются не как «детерминация прошлым, а как детерминация настоящим, как синхронная детерминация». Поэтому системообразующие связи выделяют в отдельный тип или вид.

### 3-е свойство (организация)

Это свойство характеризуется наличием определенной упорядоченности, организации, что проявля-

ется в снижении энтропии (степени неопределенности) системы —  $H(S)$ , по сравнению с энтропией системообразующих факторов —  $H(F)$ , определяющих возможность создания системы.

4-е свойство (интегративные качества)

Системе присущи интегративные (системные) качества, т.е. свойства, которые не присущи ни одному из ее элементов в отдельности, но зависят от их свойств.

Учитывая перечисленные свойства, которыми должен обладать объект, чтобы его можно было считать системой, и считая их необходимыми и достаточными, в качестве наиболее общего определения понятия системы можно принять следующее утверждение.

Система — это внутренне организованная, на основе того или иного принципа, гетерогенная целостность, элементы которой находятся в отношениях (связях) между собой таким образом, что возникает, как минимум, одно новое интегративное качество, не свойственное ни одному из элементов этой целостности.

Согласно общей теории систем — ОТС, любой объект есть объект-система!

Выделение системы из среды — это акт достаточно произвольный в том смысле, что мир состоит из бесконечного множества иерархических систем и выбор критерия ограничения каждой системы зависит от произвольно выбранного системообразующего фактора или системных качеств.

Систему нельзя в достаточной степени понять, не исследовав некоторое ее «окружение», которое вместе с рассматриваемой системой образует некую метасистему, выделенную по тому или иному критерию (критериям) [Г.М. Зараковский, В.В. Павлов. Закономерности функционирования эргатических систем / М.: Радио и связь, 1987]. *Конец цитаты.*

Возвращаясь к предмету нашего рассмотрения, надо отметить, что существуют такие системы, по которым невозможно определить, какого они происхождения — естественного или искусственного. Список таких объектов, которые могут быть одновременно

названы и естественными, и искусственными, достаточно велик, например: атомы, молекулы, макромолекулы, комплексы макромолекул, кристаллические тела, жидкие тела, газы.

Исключительно для того, чтобы напомнить, приведу без ссылок и подряд несколько общеизвестных фактов.

- Д. Кокрофту и Э. Уолтону в 1932 г. удалось провести первое ядерное превращение с помощью искусственно разогнанных протонов: мишенью служило ядро атома лития. Путем такого обстрела литий превратился в гелий. В 1828 г. Ф. Велер получил мочевины изомеризацией цианата аммония. Это был первый синтез природного органического соединения из неорганических веществ. В 1973 г. Роберт Вудворд с коллегами синтезировал витамин B12. Гобинд Корана с коллегами осуществил химический синтез гена.

- Искусственный алмаз впервые был получен в 1955 г. обработкой графита при высоких давлении и температуре в присутствии катализатора. Сейчас это стандартный промышленный метод производства кристаллов от субмикронных до субмиллиметровых. Алмазы получают также осаждением из паровой фазы в гидроуглеродной плазме, однако они имеют поликристаллическую структуру — зерна диаметром 1–10 мкм с разной ориентацией. В качестве подложек прекрасно показали себя алмазы, полученные первым способом и отполированные. На этих подложках, теперь уже вторым методом, были выращены ультрачистые алмазные пленки — монокристаллические слои, пригодные для использования в электронике. Особенно важно, что их проводимостью можно управлять, вводя бор в процессе выращивания.

- Абсолютно чистую воду без примесей с удельной электропроводностью  $5 \times 10^{-8}$  Ом<sup>-1</sup>·см<sup>-1</sup> получают синтезом из H<sub>2</sub> и O<sub>2</sub>.

После того, как люди научились синтезировать молекулы и атомы, исчезли принципиальная разница и граница между природными и искусственными объектами с точки зрения их структуры и свойств.

Более того, я не вижу оснований для утверждения,



что могут быть такие природные объекты, существующие *в тех же масштабах* пространства, времени и энергии, что и человек, которые человек принципиально не может изготовить искусственным путем.

Традиционное содержание и употребление термина «техническая система» можно назвать инженерным. Инженер, по определению из уже упомянутого словаря иностранных слов, — это «лицо с высшим техническим образованием». Эти «лица инженерной национальности» (шутка) и вслед за ними простые люди обычно добавляют к базовому термину «система» определения, смысл которых в том, что «технические системы» применяют для облегчения и повышения эффективности труда человека, расширения его возможностей, освобождения его от труда в «нечеловеческих» условиях и т.д. и т.п.

Предлагаю, кому не лень, поиграть с рекламным текстом журнала «Огонек». Текст такой: «Река? — Волга. Поэт? — Пушкин. Журнал? — Огонек». Добавьте в этот текст еще один последний вопрос «Техническая система?» и попросите ответить разных людей. Думаю, что при всем разнообразии ответов это будет какой-нибудь вариант механического устройства или машины.

С другой стороны, повторю еще раз — буквальный смысл греческого слова «система» — это «целое из составных частей». Если вспомнить, что все материальные тела вокруг нас состоят из атомов, которые можно рассматривать как «множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом» в составе, например, кристаллической решетки и «образующих определенную целостность», которую мы и называем телом, то можно еще раз сказать, что «всё, во что ни ткни», будет система.

Например, если за элементы системы принять атомы твердого тела, которые колеблются в зависимости от температуры этого тела сильнее или слабее, то можно сказать, что камень — это система, которая может накапливать тепло по мере повышения температуры окружающей среды, а затем при ее понижении излучать тепло обратно. Замечательно сложная и од-

новременно простая система, которая безотказно работает в качестве аккумулятора тепла.

Почему же система «камень», представляющая собой аккумулятор тепла, — это система нетехническая, а созданные человеком аккумуляторы тепла — системы технические?

Если всё вокруг — системы, то какие из них можно и имеет смысл называть техническими? Очевидно, это зависит от определений терминов «система» и «технический» и от того, с какой целью их так называть.

Например, рассмотрим определение технической системы, данное в книге: Саламатов. Система законов развития техники. (Основы теории развития технических систем). 1991—1996.

К основным признакам технических систем автор относит следующие:

- **системы состоят из частей**, элементов, т.к. имеют структуру;
- **системы созданы для каких-то целей**, т.е. выполняют полезные функции;
- **элементы (части) системы имеют связи друг с другом**, соединены определенным образом, организованы в пространстве и времени;
- **каждая система в целом обладает каким-то особым качеством**, не равным простой сумме свойств составляющих ее элементов, иначе пропадает смысл в создании системы (цельной, функционирующей, организованной).

После этого автор дает определение: «Техническая система — это совокупность упорядоченно взаимодействующих элементов, обладающая свойствами, не сводящимися к свойствам отдельных элементов, и предназначенная для выполнения определенных полезных функций». Обратите внимание, автор употребляет выражения «системы созданы для каких-то целей» и «предназначенная для выполнения определенных полезных функций». Можно сделать вывод, что автор относит к техническим только системы, изготовленные человеком и, в связи с очевидностью, не оговаривает этого.

Однако если отказаться от этой очевидности, то надо признать, что по внешнему виду и по наблюде-

нию за работой готовой системы далеко не всегда можно определить, что это — природное сооружение или искусственное. Например, плотина, изготовленная бобрами, или гнездо, свитое птицами, — это технические системы или нет?

Мы попадаем в ситуацию, «когда все звери равны, но некоторые равнее других». Например, копия «бобровой плотины», сделанная человеком — это техническая система (простенькое по человеческим притязаниям, но все же гидротехническое сооружение). А собственно оригинал плотины, конечно, нет, потому что он — часть природы и был создан без участия человека.

Что я пытаюсь сделать? Я пытаюсь размыть и подточить антропоцентрический фундамент эволюционного мышления инженера. Пока инженер не ведет речи о сравнении технических систем и не говорит об их эволюции, его антропоцентризм не создает проблем, или, точнее, я их не вижу.

Но как только речь идет об эволюции технических систем, например, предназначенных для обработки материалов (от первобытного рубила до современных станков), возникает вопрос, а почему инструмент — рубило, изготовленный человеком, надо относить к категории «техническая система или ее часть», а инструмент — крючок из проволоки, который ворона изготовила (согнула клювом) в нижеследующем примере, для того чтобы достать еду из глубокого отверстия, к этой категории не относится?

Профессор А. Какелник с коллегами провели эксперименты, в которых ворона додумалась согнуть прямую проволоку в крюк, чтобы этим крюком снять ковш с пищей, висевший на вертикальной трубе (Hunt, G. R. Manufacture and use of hook-tools by New Caledonian crows. *Nature*, 379, 249–251, 1996; *Nature*, 433, 121, 2004; Weir, A.A.S., et al. *Science*, 297, 981, 2002).

Целеустремленная модификация животными изначально нерабочих предметов и преобразование их в рабочие инструменты, без обширного предшествующего опыта, фактически является особой способностью мышления животных, о которой науке вообще ничего ранее не было известно. «Действительно, эти

наблюдения показывают уровень компетентности и понимания значимости функции крюков и у других животных, кроме человека», говорит профессор А. Какелник.

Это наблюдение впервые доказывает, что не только человек может использовать инструменты и модифицировать их в рабочие по мере необходимости. В природных условиях такой необходимости у животных не возникает, а в неволе, когда условия эксперимента вынуждают их думать, они, оказывается, могут додуматься до того, что, казалось бы, только человек способен придумать.

Тем не менее для людей с их чувством превосходства еще не все потеряно.

Есть такая точка зрения: суть неолитической революции, создавшей предпосылки для возникновения цивилизации, состоит прежде всего в переходе к изготовлению сосудов, именно сосудов, а не орудий, хотя в китайском языке сосуд и орудие обозначаются одним термином. ([http://invest.antax.ru/doc/kitaiskaj\\_tcivilizatcij.htm](http://invest.antax.ru/doc/kitaiskaj_tcivilizatcij.htm)). Вначале появились керамические сосуды, а это значит, что был изобретен гончарный круг (который, будучи поставлен набок, чем отличается от колеса?!). Очень интересно, свершилось ли два независимых изобретения или колесо — это действительно другое применение гончарного круга? Или наоборот?

Таким образом, мы сталкиваемся со следующим противоречием.

В определении ТС:

- должно быть сказано, что она изготовлена человеком,

- ♦ потому что это тысячелетняя культурная и образовательная норма, которую невозможно игнорировать;

- не должно быть сказано, что она изготовлена человеком,

- ♦ потому что существуют объекты, по которым невозможно определить, изготовлены они человеком или нет, и которые, если бы они были сделаны человеком, считались бы техническими системами (например, плотины бобров).

Я предлагаю такое решение: в определении технической системы надо указать, что человек может ее изготовить, имея в виду, что слова «может сделать» не означают «сделал». Если **может**, то это техническая система, если **не может**, то нетехническая.

Прежде чем принимать возражения, хочу напомнить, что цель этой работы — найти такой способ сравнения технических систем и живых организмов, при котором понятия, работающие в описании биологической эволюции, можно будет адекватно использовать для описания эволюции техники. А потому неопределенность в оценке потенциального могущества человека для меня предпочтительнее, чем та неопределенность, когда из двух идентичных плотин только копия, сделанная человеком, является технической системой, а оригинал, сооруженный бобрами, таковой не считается.

В конце концов какая нам разница, кто еще, кроме человека, может сделать такую же систему? Пусть это будут птицы или бобры, или другие силы природы. Что мы потеряем, сделав такое расширительное толкование?! Приобрести же мы можем очень много, и цель наша в этой работе — показать сколько. В двух словах, мы можем приобрести «цельность картины» (если получится).

Продолжая рассмотрение, хочу обратить внимание на то, что большинство «авторов-практиков» определяет и рассматривает систему как данность, дескать, «вот она — система, перед вами, в готовом виде». В отличие от них «авторы-философы» не забывают включить в общее определение системы ее способность эволюционировать. Один из примеров — это статья О.С. Разумовского на сайте, <http://www.chronos.msu.ru/rwordlist.html>, который посвящен изучению времени.

«Философия техники» как дисциплина в последние годы интенсивно развивается в направлениях, отражающих взаимодействие техники с человеком, обществом (культурой и политикой) и природой. Гигантские проблемы, которые вызревают на этих направлениях, требуют осмысления и вербализации. Что бу-

дет, что делать, пущать или запрещать..? Все хотят как лучше, а будет, естественно, как всегда.

Масштаб проблем, которые решают философы, велик, и такие мелкие термины, как «техническая система» они не рассматривают. Минимальный уровень примерно такой: что такое «техника» и чем она отличается от «технологии». Отдадим дань уважения большим проблемам и обозначим их как динозавров, а сами как мелкие предки современных животных порезвимся на их территории, благо они нас не замечают. А вот когда у нас что-нибудь обязательно получится, тогда мы в конце книги и выйдем к ним (если понадобится) — себя показать и на них поглядеть.

Итак, откуда система взялась и что с ней будет? Очевидно, что это зависит от того, какая она. Например, сказать — «это живая система» — означает сказать очень много, по крайней мере, об эволюционном ее прошлом, потому что все живые системы — это продукты единой эволюции. А если сказать «техническая система»?

В известных мне определениях, что такое «техническая система», также нет разговора о прошлом или будущем, однако намек есть.

Все системы, которые инженеры и изобретатели называют техническими — это продукты человеческой деятельности. Люди делают технические системы для достижения каких-то своих целей. Цели эти менялись и продолжают меняться со временем, и в соответствии с этим менялись и будут продолжать меняться ТС, которые создают люди.

Но именно это меня и интересует — эволюция технических систем. Получается, что ключевой момент в определении технической системы (раз уж все вокруг нас, в соответствии с данным выше определением, может быть названо системой) — то, что техническая система появляется при участии человека.

Такое рассуждение не противоречит тому, что слова «техника» и «технический» происходят от греческого слова, которое означает — «искусство, ремесло, мастерство» (естественно, человека).

Итак, в термине «технический», во всех вариантах

его использования, присутствует такой смысл — «при участии человека». Это наблюдение позволяет говорить, что «ТС — система, которая возникла или может возникнуть при участии человека», и это утверждение не противоречит общепринятому представлению о том, что такое техническая система.

С другой стороны, не надо забывать, что человек — существо биологическое и при его участии возникают не только искусственные системы, но и, например, дети. Их тоже будем называть «техническая система»?!

Дальше — больше, в природе существует множество сложных систем, которые принципиально нельзя называть «технические», потому что они называются «живые». С другой стороны, на современном уровне знаний не видно принципиальных запретов на возможность создания человеком искусственных копий «живых» систем. Живые системы обладают способностью, которой принципиально нет у существующих ТС, — они способны копировать себя без участия человека.

Таким образом, в список критериев, которые для данной системы определяют, техническая она или нет, надо включить, по крайней мере, следующие пункты — необходимо ли участие человека для:

- возникновения системы;
- существования и работы системы;
- копирования системы.

Я предлагаю все системы, которые могут возникать и существовать как при участии человека, так и без него, но не обладают достаточной сложностью, для того чтобы копировать себя без участия человека, называть «техническими системами».

Такое употребление термина «технический» расширяет его значение, но не делает его синонимом слова «искусственный». Термин «искусственный» можно приложить к более узкому классу объектов, чем «технический». Объект, который сегодня является «природным» и еще не воссоздан искусственно, также можно назвать «техническая система» в том случае, если нет оснований считать, что его невозможно получить искусственным путем.

Например, полимерная молекула — это природная система или искусственная? При современных уровне и скорости развития химии полимеров ответить на этот вопрос, даже зная название этой полимерной молекулы, практически невозможно. Еще вчера этот полимер встречался только в природе, а сегодня его уже синтезировали в лаборатории, но мы узнаем об этом только завтра, когда появится сообщение об этом. Так какой же системой ее называть сегодня? Ерунда получается.

Эта и ей подобные проблемы исчезнут, если включить в определение термина «техническая система» фразу: «...которые могут возникать и существовать как при участии человека, так и без его участия...»

Напомню, что системы, которые способны без участия человека копировать себя, традиционно называют «живыми или биологическими организмами».

Если с «нечеловеческими» живыми организмами все просто — они размножаются без участия человека и поэтому техническими системами не являются, то как быть с самим человеком? Раз он размножается при участии человека, то он должен быть назван ТС, — это очевидная глупость.

Такой парадокс позволяет сделать замечательное и очень полезное для построения теории разграничение. Речь должна идти не просто об «участии человека», но о «сознательном участии человека» и использовании им в этом процессе тех знаний и навыков, которые не передаются чисто биологически по наследству, а приобретаются только подражанием и в процессе сознательного обучения.

Это достаточно неожиданный поворот в рассуждениях и более подробно он рассмотрен в главе 3.

С такой точки зрения человек не должен называться «технической системой», потому что он в сознательности для саморазмножения не нуждается.

Итак, *техническая система — это любая система, которая может возникнуть за счет сознательных действий человека, но не обладает сложностью, достаточной для того, чтобы копировать себя без участия человека.*



**Проверка определения «техническая система» на соответствие критериям логики.** Мы построили такое определение: «Техническая система — это любая система, которая может возникнуть за счет сознательных действий человека, но не обладает сложностью, достаточной для того, чтобы копировать себя без участия человека».

Рассмотрим это определение с точки зрения тех критериев, соблюдение которых требует наука логика.

1. Определение заключается в указании ближайшего рода данного понятия с присоединением видового его различия.

- *Определяемое понятие:* техническая система.
- *Ближайший род:* любая система.
- *Видовое различие:* может возникнуть за счет сознательных действий человека, но не обладает сложнос-

### Сравнение эволюционного и инженерного содержания термина «техническая система»

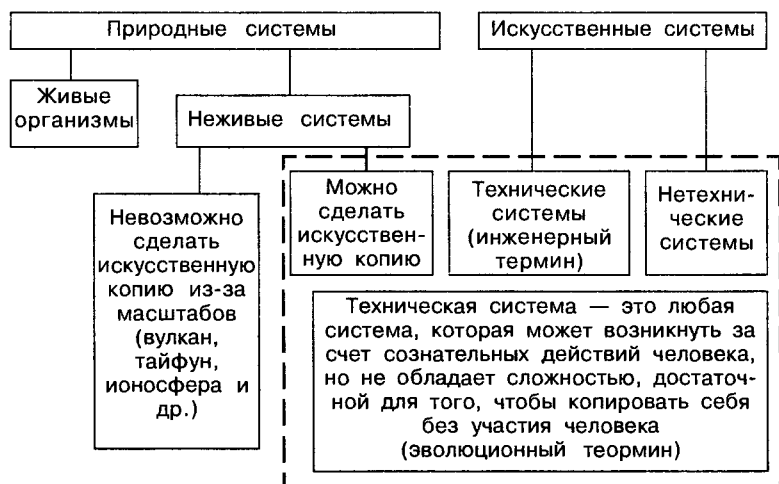


Рисунок 1. Сравнение эволюционного и инженерного содержания термина «техническая система»

тью, достаточной для того, чтобы копировать себя без участия человека.

2. Если нам нужно определить какое-либо понятие, то мы выражаем определение при помощи суждения, содержащего подлежащее и сказуемое. Подлежащее этого суждения называется определяемым, сказуемое называется определяющим.

3. Определение должно быть соразмерным, а именно таким, в котором объемы определяемого и определяющего тождественны, т. е. одинаково велики. Если правило это нарушено, то определение неадекватно или несоразмерно.

- *Определяемое*: техническая система.
- *Определяющее*: любая система.

Потенциальное количество и разнообразие как технических, так и любых систем, неограниченно, поэтому предлагаемое определение соразмерно.

4. Определение не должно делать круга. Это правило требует, чтобы определяемое понятие не определялось посредством другого, которое само делается ясным только посредством определяемого.

- *Определяемое*: техническая система.
- *Определяющее*: любая система.

Техническая система является частным случаем «системы». Среди известных мне определений «системы» нет таких, которые для раскрытия этого понятия используют понятие «техническая система».

5. Определение не должно быть отрицательным, оно должно указывать признаки, присущие данному понятию, а не чуждые ему. Отрицательные определения могут быть употребляемы только тогда, когда определяемое понятие имеет отрицательный характер. Например, «чужестранец» — это человек, не принадлежащий к данной стране.

- *Определяемое*: техническая система.
- *Определяющее*: любая система, которая может возникнуть за счет сознательных действий человека, но не обладает сложностью, достаточной для того, чтобы копировать себя без участия человека.

Отрицание «не обладает сложностью, достаточной для того, чтобы копировать себя без участия челове-

ка» использовано для ограничения и конкретизации главного признака, присущего понятию «техническая система», а именно: «которая может возникнуть за счет сознательных действий человека».

6. Определение должно быть ясным, т. е. в определении нельзя пользоваться выражениями двусмысленными, метафорическими и вообще малопонятными. Например, выражения «архитектура есть застывшая музыка» и «нужда есть мать изобретения» — это образные выражения, которые не объясняют значения термина.

Предлагаемое определение не содержит двусмысленностей и метафор.

## **Техническая система и ее индивидуальность**

Интуитивно понятно, что любая техническая система может быть упрощена за счет либо удаления каких-то избыточных подсистем и связей, либо упрощения самих подсистем.

Есть ли предел такого упрощения? И зачем тогда существует сложный вариант технической системы, если его можно упростить и он по-прежнему будет работать?

Эти вопросы становятся особенно острыми, если посмотреть, сколько существует вариантов технических систем, отличающихся только мелкими деталями, которые не меняют «технического названия» этой системы.

Например, есть разные модели легковых автомобилей. Их очень много. Я попробовал, не имея никакого предварительного знания о предмете, найти в Интернете, сколько всего разных марок автомобилей было выпущено. У меня не получилось. Тогда я сделал грубую оценку, воспользовавшись тремя найденными утверждениями.

• За 90 лет XX столетия в мире выпущен миллиард триста тысяч автомобилей. (Следующие 1,3 млрд машин появятся на планете к 2010 г. Для их производства

мировому автомобилестроению понадобится всего 20 лет.)

- *Honda Motor Co.* объявила о том, что в августе 2003 г. совокупное количество произведенных компанией автомобилей достигло 50 млн единиц.

- За сорок лет *Honda Motor Co.* выпустила сотни марок автомобилей и мотоциклов, которые раскупались на всех пяти континентах.

Поделим 50 млн автомобилей на 100, чтобы оценить, сколько копий одной марки в среднем могла выпускать *Honda*. Получается примерно 500 тыс.

Значит, популяция размером 1300 млн машин могла быть составлена более чем из 2 тыс. марок автомобилей. Это абсолютно среднестатистический расчет. Но утверждение, что существуют тысячи (если не сотни тысяч) разных марок автомобилей, никого не удивит. Зачем и почему они все разные?

Для того чтобы говорить о возможности и процессе упрощения технической системы, надо вначале определить признаки, по которым можно опознать данную систему и выяснить, что произошло в результате упрощения — возникла ли новая техническая система или она все та же с изменениями, и ее можно считать еще одним вариантом исходной.

Может ли быть таким признаком главная функция системы? В этом случае надо было бы говорить: «Если в результате внесенного изменения главная функция технической системы продолжает выполняться, то в результате модификации мы сохранили техническую систему и сделали новый ее вариант».

Звучит заманчиво, но для описания эволюции ТС такой подход, скорее всего, не годится. Например, в черном ящике находится техническая система, главная функция которой определять и показывать время. Открываем ящик и видим маятниковые часы. Закрываем и говорим: «В ТС внесены некоторые изменения, но главная функция сохранилась». Открываем ящик и достаём... электронные часы. Как говорят американцы — уупс!

При сравнении разных технических систем явно недостаточно иметь в виду только их главные функции.

Предположим, меня интересует ответ на вопрос, что произошло с ручными часами в результате замены «механического водителя стрелок» на «электронный». Что я сделал? Упростил систему или создал новую? Как на него отвечать? Что с чем сравнивать? Внешний вид часов не изменился. Главная функция по-прежнему выполняется, значение, которое меня интересует, я по-прежнему получаю.

Я уже не говорю о том, что бывают системы, у которых равноправно-главных функций больше одной. Классический пример — это печка, в которой горят дрова или уголь. Что в ней главнее — обогреть помещение или готовить пищу?

Известны монофункциональные варианты, например шапличный мангал или печка-голландка, которая не предназначена для приготовления пищи. Однако самый распространенный вариант — это печка, например русская, которая и греет, и кормит.

Еще один курьезный пример. Мой сын рассказал мне, что у них в Кембриджском университете (Англия) обогрев новой компьютерной лаборатории был спланирован с учетом тепла, которое будут выделять десятки компьютерных мониторов. Это замечательный пример превращения побочной функции «выделение тепла в процессе работы» во вторую главную функцию «обогрев помещения». Однако к моменту, когда лаборатория была построена, появились новые жидкокристаллические плоские экраны. В результате получилось «горе от ума» — лаборатория, в которой всегда холодно.

В чем недостаток такого признака, как главная функция для описания эволюции технической системы? В том же, в чем и недостаток статического определения системы. Понятие главная функция вневременное и к происхождению ТС, а также к потенциальным возможностям развития этой ТС никак не привязанное.

Более того, очень часто главную функцию неосознанно или вынужденно формулируют чисто функционально. Например, главная функция часов — показывать время. А какие это часы — водяные, механические, электронные или атомные, с точки зрения потре-

бителя информации (о том «который час?»), вполне безразлично.

Таким образом, признаки, по которым можно было бы определить, что произошло с ТС после внесения в нее изменений, должны быть более конкретными, чем просто главная функция системы.

В случае живых организмов таким признаком служит «индивидуальность». Понятие «индивид» по-латыни означает то же самое, что «атом» по-гречески — «неделимый».

Биологический энциклопедический словарь (1989, 2001) определяет понятие «индивид» как синоним понятия «особь».

• **ОСОБЬ**, индивид, индивидуум (от лат. *individuum* — неделимое), неделимая единица жизни. Самый существенный признак особи — строгая взаимозависимость частей: разделить особь на части без потери «индивидуальности» невозможно. Понятие «особь» в полной мере применимо лишь к высшим неколонизальным организмам. Для колонизальных, вегетативно размножающихся и симбиотических организмов понятие «особь» относительно. С эволюционной точки зрения особь — морфофизиологическая единица, происходящая от одной зиготы или гаметы (в случае гаметофита, партеногенеза), от одной споры или почки (при вегетативном размножении), индивидуально подлежащая действию элементарных эволюционных факторов. См. также *Организм*.

• **ОРГАНИЗМ** (от франц. *organisme* и лат. *organizo* — устраиваю, придаю стройный вид), в широком, самом общем смысле живой организм — любая биологическая или биокосная целостная система, состоящая из взаимозависимых и соподчиненных элементов, взаимоотношения которых и особенности строения детерминированы их функционированием как целого. В этом смысле в понятие организм входят не только особи (индивиды), но и колонии (см. *колонизальные организмы*), семьи (у общественных животных), популяции, биогеноценозы и т.д. В узком смысле организм — особь, индивидуум, «живое существо».

Аналогично этому надо научиться выделять в ТС ее

индивидуальность, например в виде того минимального набора элементов и связей, которые делают эту систему «индивидом» (более подробно об этом написано в гл. 2). Фактически это означает, что произвольное, на первый взгляд, многообразие технических систем должно быть описано в виде «разнообразия комбинаций, построенных из ограниченного количества типовых элементов».

В случае «живых систем», существенно более разнообразных, чем «технические системы», основой для описания индивидуальности является представление о «генах и генотипе» и «признаках и фенотипе».

Основой описания эволюции «живых систем» служит представление об общем происхождении всех живых организмов и о том, что эволюционирует не одна «живая система», которую называют «особь», а целая популяция особей, в процессе эволюции взаимодействующих друг с другом.

### **«Простая техническая идея (ПТИ)», «простая техническая система (ПТС)» и «продукт на основе ПТС»**

Итак, техническая система может быть упрощена, и условием того, что в результате упрощения получится упрощенная, а не новая система, является сохранение индивидуальности технической системы.

Вновь возникает вопрос, на который пока нет ответа. Если техническая система может быть упрощена за счет удаления каких-то подсистем и связей или за счет упрощения самих подсистем, то существует ли предел такого упрощения?

Здравый смысл и опыт подсказывают, что такой предел должен быть. По крайней мере, при условии, что в процессе упрощения систему нельзя заменять целиком на новую, и каждый акт упрощения должен затрагивать только часть системы. Однако что значит «часть системы», непонятно.

Предположим, что такой предел есть. В этом случае техническую систему, которая без потери «инди-

видуальности» упрощена до предела, можно будет называть простой технической системой (ПТС), а описание такой системы — простой технической идеей (ПТИ). Слово «простая» в этих терминах означает — базовая, фундаментальная, основополагающая, такая, из которой уже ничего нельзя убрать без изменения смысла идеи или системы.

**Различные употребления термина «простая система».** Наличие Интернета позволяет сравнительно легко выяснить, какое значение люди вкладывают в словосочетание «простая система» при его массовом и фактически ежедневно-бытовом употреблении.

Поисковая система Rambler во второй половине сентября 2002 г. устойчиво давала 1338 ссылок на запрос «простая система». Я просмотрел подряд первые сто ответов. Основные результаты таковы — существуют «простые системы — добавления, защиты, настройки, вещания, скачивания, для перестука, конфигурации, производств, ведения дел, управления, замены, подготовки, боя, навигации, типов, голосования, сигналов, линз, подразделения, размещения, поиска, закрытия, тестирования, знаков, заправки, налогообложения, учета, контроля, правил, сборки, помощи, поиска» и так далее.

Если попытаться сделать обобщение, то можно сказать — простая система «чего угодно практически значимого». Другие примеры употребления: «надежная простая система», «не очень надежная, зато простая система», «самая простая система».

Похоже, получается такой вывод — определение «простая» по отношению к системе в большинстве случаев употреблено в смысле «несложная». Другими словами — в неспециализированных текстах понятие «простая система» определено сравнением с другими, более сложными системами.

В публикации ([http://zhurnal.lib.ru/t/terehow\\_w\\_b/e\\_1\\_6-9.shtml](http://zhurnal.lib.ru/t/terehow_w_b/e_1_6-9.shtml).) введено авторское определение понятия «простая система». В следующей цитате это определение раскрыто автором.



• «...конструктивно многоуровневое модульное техническое устройство может быть очень сложным, иметь разветвленную иерархическую структуру и включать тысячи деталей и, тем не менее, быть простой системой... Суть этой простоты в том, что каждый модуль, каждая деталь... является только модулем или деталью этой системы и более ничем. Вот почему государственную систему Древнего Египта можно назвать простым механизмом — каждый член этого общества — раб — мог быть только элементом, винтиком этой системы и ничем более...» *Конец цитаты.*

Я рискну сделать свое обобщение и сказать, что в этой работе «простая система» — это синоним понятия «функционально однозначная система».

Известно еще одно кибернетическое определение простоты системы по Р. Эшби, в котором главное — это полная предсказуемость будущего поведения системы на основе данных о современном ее состоянии.

Вот как пишет об этом С. Лем в своей книге «Сумма технологий», а редактор, слова которого приведены в скобках, не полностью с ним соглашается, но против определения Эшби не возражает.

• *Начало цитаты.* Добавим вслед за Эшби, что существует два рода машин. Простая машина — это система, которая ведет себя так, что ее внутреннее состояние, а также состояние внешней среды однозначно определяют последующее состояние. Если мы имеем дело с непрерывными величинами, то адекватное описание такой машины дает система обыкновенных дифференциальных уравнений с временем в качестве независимой переменной. (С этим утверждением автора трудно согласиться. Безусловно, системы обыкновенных дифференциальных уравнений пригодны для описания *некоторых* простых (в смысле У.Р. Эшби) машин. Но вряд ли этот математический аппарат описывает все такие машины. — *Прим. ред.*) *Конец цитаты.*

Согласно нашему определению получается, что ПТС, будучи однажды открытой (или изобретенной), больше не меняется, не развивается и не эволюционирует, потому что любое изменение ПТС — это усложнение, которое создает более сложную систему на ее ос-

нове и, следовательно, мы не меняем, а по сути дела уничтожаем нашу ПТС, превращая ее в объект, относящийся к другой категории. Другими словами, в эволюционном процессе ПТС по определению ведет себя как простая (в смысле Эшби) система.

Если нам удастся ввести обобщающее понятие, которое будет описывать одним термином (словом или фразой) всю совокупность сложных систем, которые можно получить путем усложнения данной ПТС и которые при упрощении сводятся к данной ПТС, то это понятие позволит сформулировать пару «простота — сложность», которую можно будет уподобить двум ящикам и любую систему по принципу «да — нет» кидать в тот или другой ящик.

Я предлагаю понятие *«продукт на основе простой технической системы»*.

Продукт на основе ПТС — это техническая система, которая представляет собой усложненный ее вариант. Усложнение сделано с целью согласования возможностей системы и потребностей пользователя. При упрощении такой ТС, которая представляет собой продукт на основе данной ПТС, мы должны получить эту ПТС.

Таким образом, пару «простота — сложность» образуют два понятия — «ПТС» и «продукт на основе ПТС».

Итак, во-первых, ПТС получается в результате упрощения более сложной системы, и поэтому в бытовом смысле она проще, чем та сложная система, из которой ее можно получить. Во-вторых, она функционально однозначна, и, наконец, в-третьих, ее будущее эволюционное поведение абсолютно однозначно — ПТС по определению не меняется.

Строго говоря, невозможно построить такую ПТС, которая ни для чего не будет применяться и потому не станет продуктом, который работает в какой-либо нише. Например, изобретатель, как минимум, использует первый и пока единственный экземпляр ТС, в которую воплощена ПТИ, для демонстрации инвесторам и публике не как ПТС, а как продукт, который служит прототипом будущих продуктов на основе ПТС.

В этом смысле ПТС в чистом виде — это абстракция. Именно поэтому очень важно, что мы вводим поня-

тие ПТС как «место встречи двух процессов». Один процесс — последовательное и пошаговое упрощение реально существующей технической системы, которое в пределе ведет к появлению ПТС. Второй процесс — пошаговая конкретизация абстрактной идеи до такого состояния, когда она превращается в ПТИ, которая однозначно описывает некую ТС, определяемую нами как ПТС.

Интересно вспомнить по аналогии такую абстракцию, как «число ноль», которое обозначает наличие того, чего нет. Для нас сейчас важно такое понимание «числа ноль», как предел, к которому можно бесконечно стремиться по числовой оси с обеих сторон (положительных и отрицательных чисел), но достичь его невозможно, потому что от любого числа можно отнять (или прибавить, в случае отрицательных чисел) и оказаться еще ближе к нулю.

Одно из важнейших применений концепции «число ноль» — это превращение качественной идеи попарного сравнения (больше—меньше, дальше—ближе, хуже—лучше) в количественную, когда появляется ось числовых значений рассматриваемой характеристики, на которой ноль является точкой отсчета. Замечательно, что числа могут быть приписаны таким характеристикам, которые невозможно измерить, например «вкус» или «запах». В таких случаях эксперты оперируют условной осью, на которой чем лучше характеристика, тем выше значение приписываемого ей числа.

Данная аналогия позволяет думать о возможности ввести некую иерархию идей, которые по степени абстрактности находятся на разном расстоянии от ПТИ. Как мы увидим ниже, построение такой иерархии служит очень сильным инструментом выявления ресурсов эволюции объекта. С точки зрения изобретателя это инструмент, позволяющий создавать новые изобретения.

«Идея объекта» и «материальный объект» — это два разных «формата существования объекта». Сплошь и рядом мы сталкиваемся с ситуациями, когда человек старается описать словами некий объект так, чтобы другой человек, с тем же опытом и знаниями, что у

рассказчика, смог представить себе материальное воплощение этой идеи.

Если объект описать словами тому, кто никогда его не видел, то он в большинстве случаев воплотит это описание в такой материальный объект, который будет отличаться от исходного.

- Всем понятная аналогия — это игра в испорченный телефон, в которой пошаговая замена слов на синонимы, в конце концов, полностью искажает смысл сообщения.

- Другая аналогия, которая предупреждает — будьте осторожны в скоропалительных выводах, — это древняя легенда о том, как слепые щупали слона и объясняли, на что он похож. Тот, кто держал слона за ногу, говорил, что слон — это столб, а державшийся за хвост убедительно и твердо возражал ему — нет, слон похож на веревку.

Слушатель может поступить, например, следующим образом. Сначала по описанию рассказчика построить некий объект. Затем рассмотреть его как «продукт на основе ПТС» и упростить до такого состояния, когда его собственная формулировка идеи, описывающей этот объект, станет однозначной и совпадающей с описанием рассказчика.

Фактически в предыдущем абзаце я описал алгоритм построения пары ПТИ—ПТС. Несколько человек должны начать с объекта и совместно составить его достаточно широкое описание, чтобы определить круг понятий и терминов, которые все участники понимают одинаково. После этого каждый из них независимо от остальных должен провести процедуру упрощения объекта и получить свою формулировку ПТИ. Все полученные формулировки ПТИ должны совпадать.

Таким образом, наше определение ПТС фактически объединяет в себе все найденные нами другие определения понятия «простая система»: бытовое понимание простоты, определение «простоты системы» как ее функциональную однозначность и кибернетическое определение простоты системы по Эшби.

С другой стороны, согласно нашему определению, «простая техническая система» может быть как очень

сложной и уникальной, так и функционально неоднозначной. В чем же тогда ее простота?

Существует, как мы уже увидели в результате поиска в Интернете, интуитивное понимание того, что одна система может быть проще другой. Это значит, что должны существовать способы упрощения ТС. Какими бы они ни были, после их применения мы получим более простую ТС.

Во всех бытовых употреблениях понятия «простая система» вопрос о том, осталась ли ТС после упрощения той же самой или стала другой, просто игнорируется, потому что потребителю нужна не сама ТС, а в большинстве случаев только та функция, которую она выполняет. Фактически это означает, что существует интуитивное принятие того, что ТС можно упрощать без потери той функции, которую она выполняет.

С этой точки зрения что мы делаем? Мы вербализуем это интуитивное понимание в виде определения и говорим, «то, что получится в результате такого упрощения ТС, при котором она сохраняет свою (назначенную нами) индивидуальность (например, способность выполнять свою функцию) и при условии, что любой следующий акт упрощения приведет к потере этой индивидуальности, называется ПТС».

В этом месте надо подчеркнуть, что индивидуальность одной и той же ТС, выполняющей несколько разных функций, может быть определена по-разному и, следовательно, ТС в результате упрощения сведена к разным ПТС. Тривиальный пример: при определении индивидуальности технической системы «отвертка, в которую встроен фонарик» можно пренебречь или тем, или другим и в результате последующего упрощения получить разные ПТС.

Это означает, что наше определение ПТС порождает неопределенность в определении индивидуальности ТС. Выход из этого затруднительного положения можно найти, если учесть, что существует не только ТС, но и ниша, в которой этой ТС пользуется потребитель.

Например, с точки зрения права на работу законы США определяют пол, национальность, расовую принадлежность и вероисповедание как такие базовые

характеристики человека, по которым нельзя установить, годится ли человек для какой-либо работы или нет. В то же время, обязательно быть гражданином США или иметь вид на жительство или рабочую визу. Кроме того, должно быть то, что я условно назову «профессиональное соответствие». Позволим себе на мгновение уподобить человека технической системе. Поместим его в пространство или в нишу, которая называется «работа на территории США». В таком случае базовыми характеристиками ТС будут право на работу и квалификация. Носитель таких характеристик — это ПТС. Огромное количество разных «продуктов на основе ПТС» — работающие люди разных национальностей, пола, расы и вероисповедания.

Таким образом, ПТС — это предел упрощения ТС, при котором она сохраняет базовые характеристики. Продуктов на основе ПТС может быть бесконечно много, как и ниш, в которых продукт существует.

Любая ПТС может, объединившись с другими такими же, образовывать ТС, которая имеет качественно новые свойства, в связи с чем ее тоже надо называть ПТС.

По этой причине имеет смысл ввести понятие «комплексная ПТС».

**Комплексная ПТС.** Если техническая система, упрощенная до состояния ПТС, исходно была комплексной и состояла из нескольких подсистем, каждая из которых имела свою индивидуальность, то каждая из них, в свою очередь, должна быть ПТС, иначе упрощение исходной системы не будет предельным.

Таким образом, комплексная «простая техническая система» представляет собой систему, составленную из нескольких ПТС, каждая из которых может быть комплексной, составленной из нескольких ПТС.

Все выглядит просто, но прежде чем делать выводы, я приведу еще один пример.

Рассмотрим продукт, который можно использовать как отвертку и фонарик. Очень удобно работать, когда фонарик, встроенный в отвертку, освещает бороздку винта, который надо закрутить. Каким образом мож-

но изготовить такую отвертку? Самый простой способ — это соединить вместе готовые фонарик и отвертку таким образом, что при желании их можно использовать порознь. Упрощая такой продукт, мы можем обнаружить, что он сделан на основе двух ПТС, которые друг с другом не взаимодействуют. Как прикажете называть? Едва ли разумно называть его гибридом, это скорее комбинация двух продуктов или продукт на основе комбинации двух ПТС.

Как можно описать, что такое гибрид и комбинация, используя введенное нами понятие ПТС?

Если при упрощении продукта можно получить две или больше независимых ПТС, то это продукт на основе комбинации двух или больше ПТС. Например, отвертка, ручка которой сделана из фонарика.

Если же продукт, который обеспечивает выполнение двух (или более) функций, для осуществления которых существуют разные продукты (например, отвертка и фонарик), упрощается до состояния только одной ПТС, то такую ПТС можно назвать гибридной или комплексной.

Например, если фонарик не имеет батареек, а работает от энергии деформации отвертки, когда ею закручивают винт и светит она, скажем, на бороздку винта. При упрощении такого продукта получится одна комплексная ПТС.

Гибридным продуктом можно называть что угодно, но когда дело касается комплексной ПТС, то она должна быть не просто комбинацией тех ПТС, из которых она составлена, но гибридом.

Такая отвертка — это всего лишь один из вариантов продукта, построенного на основе ПТС, которая превращает энергию деформации тела в свет. Другим вариантом может быть фонарик, который надо гнуть или давить, чтобы он горел.

Надо иметь в виду, что возможны много разных комплексных ПТС, которые в ответ на деформацию дают свет, но каждая из них может быть описана и для нее построена своя популяция продуктов.

Возникает вопрос, верно ли называть, например, такую сложную ТС, как телевизор, продуктом на осно-

ве ПТС? Упрощенный до предела и тем самым превращенный в ПТС, телевизор, тем не менее, останется сложнейшей системой, которая состоит из огромного количества разных по сложности деталей. Какая же это простая система? (Правильнее будет спросить — в чем же тогда простота этой системы?! И это будет тот самый вопрос, который содержит в себе ответ.)

**Сравнение терминов ПТС и молекула.** Можно ли называть упрощенный телевизор — «комплексная ПТС», что по сути означает сложная простая ТС. Не тавтология ли это, и работает ли такой подход? Есть ли прецеденты такого рода употреблений терминов? Да, есть, и в качестве примера можно рассмотреть термин «молекула».

Например, систему, состоящую из двух атомов (углерода и кислорода), называют молекулой окиси углерода. Но тем же самым словом молекула называют и ДНК. Известно, например, что молекула ДНК фага Т4 содержит 160 000 пар мономеров и в полностью вытянутом виде имеет длину 54 мкм. И это еще мелочи, потому что полное количество мономеров в ДНК генома человека больше одного миллиарда. Разделите это на четыре десятка, в соответствии с количеством хромосом, каждая из которых содержит одну молекулу ДНК — все равно будет очень много.

Таким образом, одним и тем же словом молекула мы спокойно называем системы, которые по количеству входящих в них элементов (атомов) могут отличаться в сотни миллионов раз. Если учесть, что эти количественные отличия обеспечивают еще более гигантские различия в «функциональных возможностях» этих молекул, то употребление одного и того же термина ПТС и для классических «простых машин», таких, например, как рычаг, блок, клин, и для «упрощенного до предела телевизора» не должно выглядеть новизной, которая вызывает дискомфорт.

**Атом и молекула — простые технические системы.** Теперь самое время вернуться к расширенному определению технической системы и вспомнить, что ато-



мы, молекулы и макромолекулы — это тоже технические системы.

Физика утверждает, что любые изменения в ядре атома приводят к потере его индивидуальности и он превращается в другой атом. Изменения в электронных оболочках атома, как показали физика и химия, также приводят к появлению новых свойств и нового поведения. Не означает ли это, что в соответствии с нашим определением мы должны называть атом простой технической системой?

Молекула (по-лат. *molecula*, уменьшительное от лат. *moles* — масса) — наименьшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами. Такое определение каждый может найти в школьных учебниках химии.

Как в соответствии с этим определением получить молекулу? Надо взять кусок вещества и дробить его, каждый раз выбирая самый маленький кусочек.

Любой кусочек этого вещества как сложная система, составленная из большого количества молекул, имеет свою индивидуальность (определенные химические свойства). Уменьшая размеры системы «кусочек вещества» механическим разламыванием его на части, мы, очевидно, упрощаем эту систему, потому что система, составленная из нескольких молекул, сложнее, чем одна молекула, которую уже нельзя таким методом деления на части упростить без потери ее химических свойств (индивидуальности).

Таким образом, молекула — это простая техническая система, полученная в результате упрощения сложной системы «кусочек вещества». Со своей стороны, «кусочек вещества» — это продукт, построенный на основе ПТС молекула.

**Пример с молекулярными машинами — белками.** Белок — это полимерная молекула, представляющая собой цепочку последовательно соединенных мономеров. Свойства белка определяются последовательностью соединения мономеров в одну цепь. Большинство перестановок мономеров в цепи приводит к «функциональной поломке белка». В то же время существу-

ют так называемые разрешенные мутации, которые не вызывают необратимой поломки этой молекулярной машины. Они заключаются в том, что вместо одного мономера в цепи может стоять другой, но белок будет работать, иногда хуже, иногда точно так же или даже лучше.

Значит ли это, что такая макромолекула белка не является ПТС? Значит ли это, что «мутации» упрощают или усложняют ТС молекула белка? Какой из двух работающих вариантов молекулы (исходный и мутантный) считать более простым?

Например, можно было бы договориться, что мы измеряем простоту количеством атомов, которые содержатся в составе тех мономеров, из которых построен белок. При такой договоренности из всех тех мутантных вариантов структуры, которые достаточно эффективно (тоже условное утверждение) работают, самым простым будет тот, который построен из наименьшего количества атомов. Но можно выбрать и другой критерий простоты — например, общая энергия связей между атомами, которые объединены в структуру белка.

Короче говоря, при попытках строго и без сопоставления с другой системой определить, является ли данная техническая система простой, мы сталкиваемся с проблемой, которая существует во всех случаях сравнения разных вариантов построения сложной структуры. Для разных наборов критериев самыми простыми будут разные варианты структуры.

Может быть, знание пути, которым идет биологическая эволюция (разнообразие и отбор для размножения «лучшего в данных условиях» варианта) должно удержать нас от попыток искать «одну-единственную, самую простую на все случаи жизни техническую систему»?

**Пример технических систем макромасштаба.** Посмотрим, не поможет ли нам пример технических систем другого масштаба, нежели молекулярные машины?

Существуют разные модели автомобилей, отличающиеся друг от друга, однако естественно ожидать,

что каждая из них в процессе упрощения должна упроститься до состояния одной и той же ПТС — автомобиль. Все эти варианты автомобиля мы можем теперь обозначить одним обобщающим термином — «продукт на основе простой технической системы».

Напомню еще раз — продукт на основе ПТС — это техническая система, которая представляет собой усложненный вариант ПТС. Усложнение сделано с целью согласования возможностей системы и потребностей пользователя. При упрощении такой ТС, которая представляет собой продукт на основе данной ПТС, мы должны получить эту ПТС.

Такое определение, кстати, может быть практическим способом проверки, являются ли две технических системы «родственниками» (продуктами на основе одной и той же ПТС).

Например, «ПТС автомобиль» должна иметь «место для водителя», а не сиденье, потому что водитель может ехать, например, стоя, как на самокате или лыжах. Однако «продукт — автомобиль определенной марки» должен иметь в качестве подсистемы — не только «ПТС сиденье», но еще и «ПТС устройство, которое гасит вибрацию и согласует форму тела человека с формой сиденья (подушка и т.п.)» и т.д.

Таким образом, *эволюционный* термин «техническая система» включает в себя как частный случай *эволюционно-неспецифическое* общее название «техническая система», которая с эволюционной точки зрения может оказаться либо «продуктом на основе ПТС», либо собственно ПТС.

Другими словами, любая система, которая традиционно называется «технической», в новой терминологии представляет собой одно из двух — в большинстве случаев, «продукт на основе ПТС», и реже, собственно ПТС.

**Основной способ «экстракции» ПТС из «продукта на основе ПТС».** ТС, которая существует в большом количестве экземпляров, — это, как правило, продукт, построенный на основе ПТС. Этот продукт можно упростить до состояния ПТС, в частности путем удаления из него или упрощения некоторых подсистем. Как

найти кандидатов на удаление и упрощение? Для этого следует проводить итеративно и согласованно два следующих действия.

Первое действие: определить, выяснить или назначить, в чем заключается та индивидуальность технической системы, которую нельзя потерять в процессе упрощения.

Второе действие: собрать популяцию продуктов, «родственников», которые предположительно построены на основе одной и той же ПТС. В частности, надо сделать поиск и накопить информацию обо всех продуктах, которые признаны сходными или взаимозаменяемыми. Кем признаны? Их потребителями и производителями. На каком основании? Потому что они выполняют примерно одинаковые функции и применяются или используются в одной и той же маркетинговой нише. Как правило, для таких продуктов есть обобщающие бытовые или рекламные названия. Например, столовая посуда или слесарные инструменты.

Таким образом, ПТС, на основании которой построен продукт, легче всего выявлять, когда существует популяция родственных продуктов, предназначенных для решения сходных задач примерно в одинаковых условиях и примерно одинаковыми потребителями. В таких случаях можно достоверно назначить индивидуальность продукта на основе ПТС.

Далее, работая с этой популяцией, следует в первую очередь выявить и проанализировать те подсистемы, которые могут присутствовать в одном продукте и отсутствовать в другом. Также необходимо определить такие подсистемы, которые больше всего меняются при переходе от одного продукта к другому.

Одновременно с этим надо отслеживать те подсистемы и их элементы, которые представлены во всех выявленных продуктах.

Таким образом, двигаясь с двух сторон, можно «выловить» ПТС и далее рассматривать ее как основу ТС.

Определенное таким образом разнообразие ПТС будет много меньше, чем разнообразие существующих продуктов, которые обычно называют неспецифическим термином «техническая система».

**Пример «экстракции» ПТС из «продуктов на основе ПТС».** Рассмотрим популяцию продуктов, предназначенных для освещения или обогрева открытым пламенем. Это, например, свеча, лампада, лампа масляная, лампа керосиновая, факел, лучина, дрова или уголь в камине, газовые фонарь и зажигалка, газовая плита на кухне.

Первые пять продуктов имеют единственную общую подсистему — фитиль, который переносит горючую жидкость из резервуара на конец фитиля, где эта жидкость горит. Все остальные подсистемы отличаются друг от друга, например, они обеспечивают разные способы удержания горючих материалов в резервуаре, разные виды горючих материалов, разные условия работы и так далее. На этом основании мы можем сделать вывод, что в данном случае ПТС — это фитиль.

ПТИ, которая описывает данную *ПТС фитиль*, можно сформулировать так: «условно одномерное» тело из капиллярно-пористого материала, смачиваемого данной жидкостью, способное переносить ее вдоль фитиля из объема жидкости к тому месту на фитиле, из которого она удаляется. (В результате дальнейшего обсуждения обнаружится, что в этом случае мы имеем более абстрактную и общую идею, чем ПТИ.)

Различные популяции продуктов на основе *ПТС фитиль* выглядят следующим образом.

- Свеча, лампада, керосинка, зажигалка, которые используют *ПТС фитиль* из специального материала. В этих продуктах фитиль дозированно подает горючую жидкость в пламя для освещения, нагревания или поджигания.

- Маркеры, ручки и другие приспособления для письма и рисования используют фитиль из специального материала, который дозированно подает краску на конец, откуда она отсасывается более сильным капиллярно-пористым материалом, на котором пишут или рисуют.

- В поилках и поливалках *ПТС фитиль* дозированно подает воду для потребления растением или животным.

- *ПТС фитиль* входит также в состав продукта «композитное абсорбентное волокно» (см. патент US 6 458

456, авторы Г.А. Зайниев и др.). Этот продукт в составе различных санитарных абсорбентов впитывает и переносит выделения тела от места выделения в другие места, чтобы обеспечить требования гигиены и/или лечения.

В описанных выше продуктах фитиль имеет две «рабочие зоны», расположенные на концах фитиля. В них жидкость входит в фитиль или удаляется из него.

Такой подход, как «экстракция ПТС из популяции родственных продуктов», практически всегда позволяет увидеть новые разновидности продуктов, которые могут быть созданы на основе этой ПТС.

В нашем случае очевидны два следующих направления эволюции — увеличение количества рабочих зон и переход к комплексным ПТС, например путем «усиления» рабочих зон.

Можно предложить еще одну разновидность продуктов, в которых есть дополнительная рабочая зона, расположенная в теле фитиля между его началом и концом. В этой зоне на теле фитиля можно закрепить дополнительное устройство, которое будет обрабатывать переносимую жидкость так, что на выходе из фитиля она будет иметь другие свойства, чем на входе.

Например, таким образом можно построить комплексную ПТС, состоящую из фитиля и иммобилизованных на его волокнах в одной из рабочих зон молекул фермента, который разрезает или сшивает молекулы, переносимые потоком жидкости внутри фитиля.

На основе этой комплексной ПТС можно получить новую популяцию санитарных продуктов. Например, существуют салфетки для лечения ожогов и нагноений, на поверхности которых иммобилизованы ферменты, расщепляющие белки и ДНК. Недостаток таких салфеток состоит в том, что мелкие фрагменты молекул белков и ДНК остаются на ране и снижают эффективность лечения. Переход к продуктам на основе комплексной ПТС «фитиль плюс иммобилизация ферментов в рабочей зоне» позволит удалять мелкие молекулы с поверхности раны.

Другой пример — это светильник, который сделан из длинной абсорбентной композитной фибриллы,

пропитанной горючим веществом. Фибрилла имеет абсорбентную сердцевину и непромокаемую декоративную оболочку.

Длина фибриллы большая и рассчитана на несколько часов горения. По ее длине на определенных расстояниях друг от друга внутри фибриллы вставлены «ампулы» с красящим веществом и запахом. Перед зажиганием светильника надо, например, сжать фибриллу в соответствующих местах, чтобы вещество выделилось. Такой светильник представляет собой цветовой и запаховый часы.

Свечи в Америке — это постоянная и большая часть оформления семейных и интимных встреч. Это большой рынок, на котором мне, однако, не попадались светильники, подобные тому, что мы здесь сочинили.

Еще один продукт — это гибрид такого фибриллярного светильника с несколькими фитилями и маленьким бесшумным пылесосом или вентилятором, которые позволяют организовать пламя в виде сложной фигуры, например звездочки. При этом отсасываемые газы могут идти сквозь фильтр или дожигатель и устранять запахи, если они не нужны. Отсутствие наружного масла и стеарина позволяет придавать такому светильнику новые декоративные формы и гибридизировать его с разными продуктами. Если с этой идеей поработать дальше, рассчитывая на определенную нишу, то можно найти и другие варианты.

Завершая рассмотрение этого примера, отметим, что для лучины и угля ПТС — это «горючее твердое тело», которое при нагреве начинает окисляться с образованием открытого пламени и поддерживает температуру окисления до тех пор, пока все «горючее тело» не превратится в «негорючее». Для газовых фонаря, зажигалки и плиты на кухне ПТС — «горючее газообразное тело», которое можно удерживать в сосуде так, что оно, истекая из сосуда при нагреве, начинает окисляться с образованием открытого пламени и поддерживает температуру окисления до тех пор, пока весь «горючий газ» не превратится в «негорючий газ».

**Возвращение к примеру с молекулярными машинами — белками.** Возвращаясь к примеру с молекулярными машинами — белками, можно сказать, что должен существовать один вариант структуры данной белковой молекулы, который является ПТС, а все остальные мутантные варианты, например, возникшие в результате замен мономеров в цепи, — это продукты на основе данной ПТС.

В случае белков и других «молекулярных машин» одним из индикаторов простоты может быть время возникновения. Например, можно договориться, что из всех известных вариантов молекулярной машины простой технической системой является тот, который возник в эволюции раньше всех. Все остальные варианты — продукты на основе этой ПТС. Они возникли в процессе неточного копирования исходной ПТС и размножились в связи с тем, что давали какие-то преимущества в размножении тем организмам, в теле которых они находятся. Естественно, что реальная картина эволюции сложнее, потому что единицей отбора служит не эта ПТС и даже не тот один организм, в котором эта неточная копия ПТС оказалось удачной, но вся популяция организмов, куда входит организм — носитель удачной неточной копии ПТС.

Другими словами, каждый продукт — белок имеет своего потребителя — организм, внутри которого данный белок синтезируется и функционирует. У этого организма есть уникальная внутренняя среда, для которой мутантный вариант белка может оказаться более эффективным, чем канонический, и этот организм выживет и размножится. В этом случае, пользуясь языком описания макропродуктов, можно сказать, что рынок, потребляющий данный продукт (микромашину-белок), расширился.

И действительно, хорошо известно, что белки-ферменты, которые осуществляют клеточный метаболизм, у разных особей одного вида могут иметь различия в первичной структуре белка и работать с разной эффективностью. Такие варианты называют изоферментами. Спектр изоферментов является диагностическим признаком. Сравнение изоферментных спек-



ров двух или нескольких особей позволяет устанавливать их родство и, например, их принадлежность к определенной, стабильно существующей популяции особей.

Подход настолько силен, что, выражаясь советским языком, стоит на службе у народного хозяйства. Например, мне рассказывали, что американская морская береговая охрана, поймав потенциальных браконьеров, может проверить, чью рыбу они поймали — «ничью» или американскую. Для этого они тут же портативным прибором делают электрофорез белков рыбы и по спектру изоферментов выясняют, не являются ли, например, выловленные рыбаками лососи частью той популяции, которая стабильно и регулярно нерестится в верховьях американских рек. Если да, то улов изымается.

Таким образом, на уровне как молекулярных, так и макроскопических технических систем мы можем пользоваться понятиями, ПТС, и, продукт на основе ПТС.

**Сравнение перехода «продукт на основе ПТС—ПТС» с фазовым переходом «жидкость — твердое тело».** Процесс такого упрощения ТС, которое доводит ТС до состояния ПТС, можно сравнить с охлаждением жидкости, например воды. Теплая, холодная, очень холодная... и все, жидкость превратилась в твердое тело. (Житейский пример, понятный многим: больная, очень больная, смертельно больная, вдова.)

В то же время говорить, что вода жидкая, а лед твердый, можно только в том случае, если мы оговариваем способ, которым проверяем состояние вещества. Со студенческих лет я помню удивление, которое испытал, узнав, что при очень коротком импульсном ударе, с продолжительностью меньше времени жизни молекулы воды в кластере, вода ведет себя как твердое тело — в ней появляется трещина, и ее можно видеть на фотографии, сделанной в рентгеновских лучах.

Если время взаимодействия сделать еще меньше, то получается совсем не пойми что. С точки зрения нейтронов и электронов, пучок которых взаимодействует с молекулой воды всего лишь аттосекунды ( $10^{-18}$  секунд), химическая формула воды не «аш два о», а ско-

рее «аш полтора о» (*Phys. Rev. Lett.* 2003, 91, 057403). Если объем жидкой воды уменьшить до наноразмеров, тоже получается какая-то совсем другая вода. Показано, что вода может превратиться в лед при комнатной температуре, если ее поместить в зазор, который имеет наноразмеры, и приложить к нему электрическое поле (*Phys. Rev. Lett.* 2005, 95, 085701).

Более того, ученые показали ([http://www.anl.gov/Media\\_Center/News/2005/IPNS050513.html](http://www.anl.gov/Media_Center/News/2005/IPNS050513.html)), что вода внутри углеродных нанотрубок может существовать в состоянии, которое подвижно, как жидкость, но по структуре похоже на жесткий лед. По своим свойствам это образование отличается от льда или жидкости, а по форме оно напоминает кольцевую «подкладку» внутри углеродной трубки с зазором между молекулами воды и углеродными стенками в 0,32 нанометра. Это вещество остается подвижным, как жидкость, даже при 8 градусах Кельвина выше абсолютного нуля и перемещается вдоль трубки, словно в одномерном пространстве. При этом сильно уменьшается свобода водородных связей и их способность формировать пространственные структуры из близких молекул воды, как это происходит, например, во льду. Новое состояние воды авторы работы называли «нанотрубочной водой» (nanotube water).

И это еще не все. На сайте (<http://www.llnl.gov/str/October05/Mundy.html>) можно прочитать, что в так называемом суперионном фазовом состоянии атомы кислорода в воде оказываются прочно замороженными в кристаллической решетке, но атомы водорода при этом остаются подвижными, как в газе, путешествуя свободно по всему кристаллу с очень высокой скоростью. Ранее была высказана гипотеза, что вода должна существовать в таком состоянии при температуре в тысячу градусов Цельсия и давлении в сто тысяч атмосфер, например в глубинах планет-гигантов. Исследователи воспроизвели суперионную воду в лаборатории, сжимая обычную воду между алмазными наковальнями и одновременно нагревая ее инфракрасным лазером. Было показано, что в таких условиях молекулы воды разрушаются, а атомы, которые образо-

вызывают эти молекулы, действительно формируют суперионную фазу более плотную, чем лед, твердую, как железо, но не являющуюся ни льдом, ни жидкостью, ни газом в обычном понимании.

Известно также, что твердое тело (например, лед) под сдвиговым давлением медленно, но течет. Известный пример — это ледники, которые текут с гор.

Эти примеры показывают, что даже в случаях, когда жизненный опыт подсказывает, что все очевидно и понятно (например, пар — вода — лед), изменение условий, в которых происходит переход из одного состояния в другое, может приводить к совершенно экзотическим результатам.

Аналогично этому можно обнаружить явление «фазового» перехода от «продукта на основе ПТС» к ПТС в процессе упрощения ТС только в том случае, если мы заранее выбрали те параметры, которые определяют индивидуальность ТС.

Другими словами, «фазовый переход от ТС к ПТС» возможен только, если мы оговорим заранее, какие функции или характеристики ТС нельзя потерять в процессе упрощения, потому что это будет означать потерю индивидуальности ТС. Это означает, что только после выбора таких параметров можно начать упрощение, которое должно довести до такой ТС, какую дальше упрощать уже некуда, и поэтому мы называем ее ПТС.

Очевидно, что одна и та же ТС при выборе разных параметров, определяющих ее индивидуальность, может быть сведена к разным ПТС. И тем не менее, даже имея свободу выбора в определении, какие функции, характеристики или параметры определяют индивидуальность ТС, разнообразие получаемых ПТС будет много меньше, чем разнообразие исходных ТС.

**Простая машина.** Частным случаем «простой технической системы» является «простая машина». В физике (механике) и инженерном деле «простая машина» — это исторически сложившееся понятие. Оно обобщает несколько технических устройств, которые появились на заре истории техники и с тех пор суще-

ствуют в неизменном виде. Разные авторы приводят разные списки таких простых машин.

Так, А.С. Иванов в книге «Конструируем машины. Шаг за шагом» (М., 2000) к простым машинам относит рычаг, блок, полиспаст, ворот, клин, шатуф, водоподъемный винт и пория.

В книге А.Н. Боголюбова «Творения рук человеческих. Естественная история машин» (М., 1988) простые машины упомянуты в следующем контексте (цитаты).

- Стр. 19. Термин «простая машина» в течение очень длительного времени применялся для обозначения простейших подъемных приспособлений — рычага, блока, наклонной плоскости, клина и винта. Как мы увидим дальше, ни одно из этих приспособлений нельзя в полном смысле назвать машиной, и произошел этот термин, вероятно, от неправильного перевода того слова, которым Герон Александрийский обозначил эти простейшие подъемные приспособления.

- Стр. 35. Французский геометр Гаспар Монж показал, что машина состоит из механизмов, которые он назвал элементарными машинами... (*Как эти элементарные машины относятся к простым техническим системам?* — Г.З.). Итак, оказалось, что машины состоят из механизмов. В первом учебнике по механике были учтены пока только 134 различных механизма, хотя число их на начало XIX века было больше, но не превышало 200, из которых около половины было изобретено в XVIII веке. Для сравнения укажем, что Иван Иванович Артоболевский в своем знаменитом справочнике «Механизмы в современной технике» 1979—1981, получившем поистине мировое распространение, учел на конец третьей четверти XX века 4746 механизмов. Получается, что за 170 лет (с 1800 по 1970 г.) количество механизмов возросло почти в 24 раза, в то время как с XVII по XIX век оно всего лишь удвоилось.

- Стр. 64. Продолжим наш анализ. Рассмотрим, из каких частей состоит механизм. Прежде всего — это звено. Звеном называют «скелетную» часть механизма, т.е. его несущую конструкцию, но — и это надо обязательно иметь в виду — абстрагированную от физических свойств материала. Такими свойствами уже обла-

дает та или иная деталь звена. Число звеньев меньше числа механизмов. Известно около пяти тысяч механизмов, но звеньев же около 200. (*Уже очень хочется назвать «звено» простой технической системой, но, конечно, еще надо с этим разбираться. – Г.З.*) Сюда относятся рычаги, кулачки, зубчатые колеса, диски, «мальтийские кресты», винты и гайки, а также звенья, обладающие различными свойствами. В зависимости от своего назначения звенья могут иметь различную форму (например, зубчатые колеса: цилиндрические, конические, эллиптические, винтовые) и различные размеры.

Словарь Н. Вебстера (Webster, 1996) даст среди других значений термина «машина» следующие три.

- «Машина – устройство, которое передает или модифицирует силу или движение. Простая машина – какая-либо из шести или более элементарных механизмов, таких как рычаг, колесо и ось, блок, винт, клин и наклонная плоскость. Комплексная машина – комбинация простых машин».

В энциклопедии *Mc Grow-Hill Encyclopedia of science and technology*. V. 16. P. 20–22. 2002 простые машины определены следующим образом.

- Какая-либо из нескольких элементарных машин, одна или несколько из которых могут быть найдены практически в любой машине. Группа простых машин обычно включает только рычаг, колесо и ось, блок, винт, клин и наклонную плоскость. Однако коробку передач и гидравлический пресс тоже можно рассматривать как простые машины. *Конец цитаты.*

## Одно из возможных направлений развития

Предположим, что все вышенаписанное звучит достаточно убедительно для того, чтобы двигаться дальше. Куда именно?

Забегая вперед, скажу, что в главе 4 привожу дополнительные соображения на эту тему. Конечно, они получились немного в стиле «правильным путем идете, товарищи!», но мусолить детали пути, не имея со-

всем никакой информации о том, куда держим путь, невозможно.

Начнем с понятия «продукты на основе ПТС», которые возникают в результате согласования ПТС с нишей и потребителем.

Поскольку комбинаций ниш и потребителей много, постольку и продуктов много. Можно ожидать, что именно эволюцию продуктов на основе ПТС нам удастся уподобить биологической адаптационной микроэволюции, если мы сумеем учесть, откуда берутся копии этих продуктов, как они размножаются и каким образом в них возникают изменения, ведущие к согласованию продукта, ниши и потребителя.

В биологической эволюции вопрос о том, что такое макроэволюция и как она работает, чрезвычайно затуманен сложностью живого организма, который сам себя размножает. В нашем случае может получиться, что макроэволюция — это возникновение новой комплексной ПТС, которая дальше начинает свою микроэволюцию путем создания разных популяций продуктов на основе этой комплексной ПТС или, другими словами, путем образования комбинаций ПТС, не создающих новую комплексную ПТС.

Например, если к *продукту на основе комплексной ПТС-автомобиль* приделать *ПТС-крыло* таким образом, что оно будет на большой скорости прижимать автомобиль к дороге, мы получим *гоночный автомобиль*, который является *новым продуктом на основе комплексной ПТС-автомобиль*. Если та же самая *ПТС-крыло* будет присоединена так, что будет создавать подъемную силу, автомобиль оторвется от земли, но в самолет он не превратится и упадет обратно.

Для того чтобы получить новую комплексную *ПТС-самолет* и тем самым совершить акт макроэволюции, мы должны не только добавить к автомобилю *ПТС-крыло*, но, в числе прочего, заменить *ПТС-двигатель* и *ПТС-привод*, которые обеспечивают движение по поверхности земли, на такие *ПТС-двигатель* и *ПТС-привод*, которые либо отталкиваются от воздуха, либо обеспечивают реактивную тягу. Концепция аэромобиля — это добавление комплексной *ПТС-управляемое крыло* к комплек-

сной ПТС-автомобиль для того, чтобы получить один из вариантов комплексной ПТС-самолет.

На сайте (<http://www.okatuning.com.ru/oka-tuning-main.htm>) можно найти симпатичные шуточные гибриды на эту тему.

Таким образом, одна и та же ПТС, добавленная к *продукту на основе комплексной ПТС*, в зависимости от того, как это сделано и какие еще изменения произведены, может привести как к созданию нового продукта, так и к созданию новой комплексной ПТС.

Интересно, что в такой простой модели можно говорить о механизмах и движущих силах макроэволюции ПТС.

Молекулярные комплексы, из которых построен живой организм, в нашей терминологии тоже ПТС, а живой организм, как известно, участвует в макро- и микроэволюции. Это значит, что, двигаясь «снизу вверх» от таких ПТС, как атомы и молекулы к комплексным ПТС-макромолекулы, молекулярные моторы и вирусы, мы можем вплотную подойти к такой системе, как живая клетка, и оказаться на границе между техническими и живыми системами. (Не обещаю, но хотелось бы когда-нибудь сделать книжку «Сложный мир на языке простых технических систем».)

Таким образом, пользуясь метафорой «корабль в открытом море», можно сказать, что появились первые косвенные признаки берега, который пока не виден. И вода стала не такой соленой и ветерок другой. Но это же означает, что высматривать сейчас надо не сам берег, к которому мы плывем, но до которого еще далеко, а птиц в небе.

Другими словами, пора спросить, а зачем вводить понятие ПТС и что оно может дать?

## **Простая техническая идея (ПТИ) и соответствующая ей абстрактная техническая идея (АТИ)**

**ПТИ и АТИ.** Каждая ПТИ является частным случаем или конкретным воплощением более общей абст-

рактной технической идеи (АТИ). Одну и ту же АТИ возможно воплотить в более чем одну ПТИ, которая описывает одну ПТС. Каждая ПТС может быть составной частью более сложной технической системы. Другими словами, целая популяция разнообразных продуктов окажется построенной на основе одной ПТС.

После того, как мы ввели понятие АТИ, самое время, вооружившись этим понятием, посмотреть по сторонам в поисках концепций или идей, которые уже существуют, но еще не знают, что на самом деле они соответствуют определению АТИ.

Если нам удастся найти такую концепцию, повесить на нее наш ярлык и раскрутить ее так, как не удалось ее авторам, потому что они смотрели на проблему с другой точки зрения, то это будет совсем неплохо.

Конечно, не зная, что найдешь и как оно получится, быть уверенным в успехе трудно, однако английская мудрость в переводе С.Я. Маршака — это залог нашего успеха. «Где ты была сегодня, киска? — У королевы, у английской. — Что ты видала при дворе? — Видала мышку на ковре».

Еще более конкретно и убедительно наблюдение А. Маслоу (Abraham Maslow): «Когда ваш единственный инструмент — молоток, все проблемы похожи на гвозди».

Первый претендент не заставил себя долго искать. В теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) есть такое понятие «веполь», которое Г.С. Альтшулер, отец-основатель ТРИЗ, назвал *«минимальной технической системой»*.

Принимая упрек, что, говоря о «простой технической системе», я умолчал о столь похожем по звучанию понятию, как «минимальная техническая система», я могу ответить просто и незатейливо — «а никто и не умалчивал». Просто пока я последовательно и придирчиво в занудливом пошаговом рассмотрении и изложении материала не добрался до АТИ, мне никак не удавалось пристроить концепцию «веполя». Было ясно, что это не ПТС, но что? А сейчас мне кажется, что это АТИ и, следовательно, должны быть другие АТИ того же класса, что и веполь. А также должны быть



ПТИ, соответствующие каждому из этих АТИ, и т.д. Ну, а раз должны быть из общих соображений, значит мы их «чисто конкретно» найдем.

**«Разборка с веполем».** Вот что написано о веполе в разных работах.

Цитата из работы Г.С. Альтшулера «Дополнение к справке «Теория решения изобретательских задач», 1987:

- В ТРИЗ возникло и широко используется понятие о *минимальной технической системе*. Такая система, включающая два взаимодействующие *вещества* и поле, получила название *веполь*. Установлено существование сложных веполей: комплексных, двойных, цепных. Разработан *вепольный анализ*, позволяющий записывать условия и ход решения изобретательских задач; ТРИЗ обрела свой язык для записи «технических реакций» (наподобие записи реакций в химии). Вепольный анализ позволил — в ряде случаев — количественно оценивать степень увеличения идеальности при синтезе новых технических решений.

Цитаты из книги Г.С. Альтшулер, Б.Л. Злотин, А.В. Зусман, В.И. Филатов. Поиск новых идей, 1989:

- ...построением, исследованием и преобразованием структурных моделей занимается раздел ТРИЗ, получивший название «вепольный анализ» (ВЕПОЛЬ от слов Вещество и ПОЛе).

- Нетрудно заметить, что веполь является минимальной моделью технической системы: он включает изделие, инструмент и энергию (поле), необходимую для воздействия инструмента на изделие. Модель сложной технической системы можно свести к сумме веполей.

Цитаты из книги Ю.А. Саламатов. Как стать изобретателем, 1990:

- Выходит, что только при наличии трех элементов система становится работоспособной? Все верно. Это условие вытекает из основного принципа материализма: изменение вещества может быть вызвано только материальными факторами, т.е. веществом и энергией (полем). Применительно к техническим системам

этот принцип будет выглядеть так: изменение вещества может быть вызвано непосредственным действием второго вещества (например, удар — механическое поле), или полевым действием другого вещества (например, магнитом), или внешним полем. Отсюда следует, что минимально необходимое количество элементов в технической системе равно трем: два вещества и поле. Это понятие о минимальной ТС получило название *вепольная система* или *веполь* (от слова «вещество» и «поле»).

- Веполь — это модель минимальной, работоспособной, управляемой технической системы.

- Вещество в вепанализе понимается более широко, чем это обычно принято: не только вещество как вид материи, но и технические системы (или их части), внешняя среда и даже живые организмы. Все дело в том, что вепанализ, схематизируя процесс решения задачи, заставляет отбросить (забыть на время) все лишние свойства объектов и выделить только те свойства, которые вызывают конфликт. Замена же названия объекта нейтральным словом «вещество» сразу снимает пресс инерции предыдущего знания об объекте, противоречие выступает рельефнее, незамутненнее. Любой объект — это система (в том числе «обычное» вещество — если заглянуть в его микроструктуру), поэтому оперируя веществами в вепольных формулах, мы, по сути дела, проводим действия над системами.

- Понятие «поле» в вепанализе также отличается от принятого в физике. Физических полей (взаимодействий) всего четыре: гравитационное, электромагнитное, сильное (ядерное) и слабое (элементарных частиц). Проявлением действия этих полей объясняют все процессы в природе. Однако для техники такого деления недостаточно: технические системы чрезвычайно «чувствительны» к количественным и качественным характеристикам полей. Поэтому в вепанализе используют более детальную их классификацию: механическое (давление, удар, импульс), звуковое (ультра-, инфра-), тепловое, электрическое (электростатическое, электрический ток), магнитное, электромагнитное, оптическое (УФ, ИК, видимые лучи), иони-

зирующее излучение, радиоактивное излучение, химическое (окислительные, восстановительные, кислые и щелочные среды), запаховое и т.д.

Цитаты из книги Петров. Базовый курс ТРИЗ. 2002. <http://trizfido.narod.ru/00/petrov.htm>

- Статистический анализ технических решений показал, что для повышения эффективности технических систем их структура должна быть выполнена определенной. Модель такой структуры называется веполем.

- Веполь — минимально управляемая техническая система, состоящая из двух взаимодействующих объектов и энергии их взаимодействия. Взаимодействующие объекты условно названы веществами и обозначаются  $B_1$  и  $B_2$ , а энергия взаимодействия — полем и обозначается  $\Pi$ .

Сравним четыре определения одного и того же понятия авторами, которые десятки лет работают в ТРИЗ и адекватно отражают степень ее развития (в скобках указан год написания книги, из которой взята цитата).

- Веполь — «минимальная техническая система» (1987);

- Веполь — «минимальная модель технической системы» (1989);

- Веполь — «модель минимальной, работоспособной, управляемой технической системы» (1990);

- Веполь — это минимально управляемая техническая система, состоящая из двух взаимодействующих объектов и энергии их взаимодействия (2002).

Помните присказку про молоток? Так вот, он жжет мне руки. По-моему, авторам не хватает как раз наших понятий и терминов, которыми можно описать, что такое веполь, и поэтому они ходят по кругу.

Давайте рискнем определить «веполь» как «абстрактно-техническую идею» (АТИ), которую можно сформулировать, например, так: «два объекта (вещества) взаимодействуют посредством поля». Очень даже абстрактное утверждение, особенно с учетом того, что, например, в цитате 3 подразумевается под словами «вещество» и «поле».

Интересно, что такое предположение превращает

варианты веществ, полей и потенциальных отношений между ними, которые сейчас «лежат в куче» — в набор несформулированных «простых технических идей», которые описывают «простые технические системы», из которых можно построить «продукты на основе ПТС». Очень похоже, что именно эти продукты и упоминаются в задачах, которые иллюстрируют правила применения веполей. Однако, не имея промежуточных этапов в виде ПТС и ПТИ, авторы вынуждены сразу перепрыгивать от «продукта на основе ПТС» к АТИ.

**Анализ утверждения, что веполь — это абстрактная техническая идея.** Рассмотрим гипотезу о том, что понятие «веполь», введенное в теорию решения изобретательских задач около 30 лет назад и с тех пор активно применяемое, согласно нашей терминологии, может быть отнесено к категории АТИ.

По сути дела «веполь» — это абстракция, в которой убраны все конкретные признаки объектов и характера взаимодействия этих объектов и оставлено только общее утверждение — «два тела, которые взаимодействуют через поле».

Такого рода абстракции возможны только по договоренности между теми, кто их использует. Согласно ей все понимают, что «на самом деле» в мире все связано со всем, но «высокие договаривающиеся стороны» для достижения каких-то своих целей абстрагируются от того, что в данный момент и в данном месте их не интересует и, таким образом, получают общее и абстрактное утверждение: существуют «два тела, которые взаимодействуют через поле» и называют такое состояние этих тел «веполь».

При таком понимании «веполя» можно сформулировать и другие абстракции такого же уровня общности. Например, абстракция — «одно тело, которое находится в поле». Источник поля и его характеристики мы не рассматриваем, предполагая, что поле с некоторыми характеристиками просто существует. Таким образом, получаем возможность рассматривать поведение объекта, который нас интересует, в поле, которое возникло и существует независимо от этого объекта.

Легко перечислить очевидные абстракции, которые можно построить, комбинируя разные тела и поля. Например:

- два тела и поле взаимодействия между ними («ве-поль»);
- одно тело и одно действующее на него поле;
- одно тело и два действующих на него поля.

Если определить утверждение «два тела и поле взаимодействия между ними» как АТИ, то утверждения «два тела и электрическое поле между ними» надо определять как ПТИ.

Однако возникает проблема — как нам тогда называть такие описания, как, например, «два маленьких тела на большом расстоянии в электрическом поле» или «заряженная нить внутри пустотелого цилиндра», или «две плоскости с электрическим полем между ними»? Все эти формулировки явно выглядят как ПТИ, потому что они очевидно описывают хорошо известные ПТС, у которых даже есть имена собственные. Например, «две плоскости с электрическим полем между ними» — это концепция плоского электрического конденсатора.

Таким образом, проведенный анализ вынуждает нас сделать еще один шаг в построении иерархии идей, описывающих технические системы.

Необходимо ввести еще один, более высокий уровень абстракции — «абстрактная идея» (АИ), которая в обобщенном виде описывает популяцию разных «абстрактно-технических идей» (АТИ).

**Чем качественно отличаются АИ, АТИ и ПТИ?**  
Удобно начать с ПТИ, потому что она по определению есть идея, которая однозначно описывает простую техническую систему. Одной ПТИ соответствует одна ПТС. АТИ является таким обобщением ПТИ, в котором присутствуют и конкретные (как в ПТИ) характеристики, и абстрактные. Для каждой АТИ можно построить целую популяцию таких ПТИ.

Например, идея «фитиль», как мы ее определили выше, явно соответствует концепции АТИ, которая объединяет как минимум две разных ПТИ, в одной из

которых капиллярно-пористый материал фитиля должен быть негорючим (продукт — зажигалка и т.п.), а в другой — химически стойким и не растворимым в органическом красителе (продукт — фломастер и т.п.).

АИ (абстрактная идея) — это предельно абстрагированное описание, в котором нет никаких однозначных (технических) характеристик, и поэтому каждой АИ соответствует множество АТИ, обобщением которых она и является.

Таким образом, одной АИ может соответствовать множество АТИ, которые могут быть утверждениями разной степени абстрактности и организованы в иерархию, как видно, например, в одном из нижеследующих примеров. Нижней границей этой иерархически организованной популяции АТИ служат полностью конкретные идеи, которые мы назвали ПТИ, а верхней границей — одна полностью абстрактная идея. Каждой АТИ может соответствовать множество ПТИ, которые разбиты на три группы, как показано ниже, по принадлежности к нано-, микро- или макромиру. Каждой ПТИ должна соответствовать только одна ПТС, потому что, по определению, ПТИ описание до предела упрощенной ТС. Наконец, любая ПТС может быть усложнена до состояния разных продуктов, построенных на ее основе. В качестве примеров приведем следующие.

*АИ — «два тела и поле между ними»*

- АТИ 1 — два тела и электрическое поле между ними
- АТИ 2 — два тела и гравитационное поле между ними
- АТИ 3 — два тела и «склеивающее их за счет адгезии» поле между ними

*АТИ 1 — «два тела и электрическое поле между ними»*

- АТИ 1.1 — два тела и постоянное электрическое поле между ними
- АТИ 1.2 — два тела и переменное электрическое поле между ними
- ПТИ 1 — два точечных заряда и электрическое поле между ними
- Фактически это описание ПТС, в которой раз-

меры заряженных тел так малы, а расстояние между ними так велико, что краевыми эффектами можно пренебречь. Описанием их взаимодействия является закон Кулона.

- ПТИ 2 — две заряженные бесконечные плоскости и электрическое поле между ними.

- Это описание ПТС — плоский электрический конденсатор.

- ПТИ 3 — нить и коаксиальный с ней цилиндр.

- Это ПТС — коаксиальный электрический конденсатор.

Количество примеров можно увеличить, но во всех случаях очевидно, что перечисленные ПТИ — это просто разные воплощения одной АТИ, в которой однозначно определена специфика поля: оно во всех случаях электростатическое.

Ту же самую АИ можно превратить в АТИ внесением специфической характеристики не поля, а тела. Например, тела могут быть только металлическими (с самыми общими характеристиками, которые присущи всем металлам и этим отличают их от любых неметаллов), а поля могут быть любыми.

*АИ — «два тела и поле между ними»*

- АТИ 1 — два металлических тела и магнитное поле между ними

- АТИ 2 — два металлических тела и «прижимающее их к друг другу» поле

- АТИ 3 — два металлических тела и гравитационное поле между ними

- АТИ 4 — два металлических тела и электрическое поле между ними.

*АТИ 2 — два металлических тела и «прижимающее их к друг другу» поле*

- ПТИ 1 — два металлических тела прижаты друг к другу плоскими поверхностями

- Фактически это описание ПТС, которая обеспечивает «диффузионную сварку металлов».

Очевидно, что количество таких примеров практически неограниченно.

Таким образом наш анализ показывает ошибочность гипотезы о том, что «веполь» есть АТИ, что плохая

новость. Но есть и хорошая новость — вополь это АИ.

Итак, вся концепция иерархии идей, описывающих ТС, теперь выглядит так:

- АИ — никаких однозначных (технических) характеристик объектов, которые описаны в данной идее. АИ — однозначно абстрактная идея.

- АТИ — среди характеристик объектов, которые описаны в нашей идее, есть как абстрактные, так и конкретно технические.

- ПТИ — все характеристики объектов, которые описаны в нашей идее, технические и обеспечивают однозначное описание ПТС.

Образно выражаясь, АТИ — переходная область между двумя идеями — полностью конкретной и полностью абстрактной.

**Три масштаба мира. Наноструктуры, микроструктуры, макроструктуры.** Для изобретателей, которые ищут альтернативные пути решения технических (и не только) проблем, концепция трех масштабов мира может оказаться эффективным инструментом поиска новых идей.

Единый «Мир с большой буквы», в котором мы существуем, можно представить в виде нескольких слабо перекрывающихся «миров с маленькой буквы». О двух крайних масштабах единого Мира (субатомном и космическом) мы кое-что знаем, можем вычислять и предсказывать происходящие в них процессы, но представить их образно не можем. В трех «мирах» между этими крайними мы живем. Условно их можно назвать — наномир, микромир и макромир.

В некоторых случаях удобнее говорить о двух мирах, которые, образно выражаясь, не замечают друг друга, потому что характеризующие их параметры несопоставимы. Это миры нано- и макромасштабов. А между ними — пограничный мир микроразмеров, многие особенности которого можно описывать в разных моделях, используя характерные размеры и нано-, и макромиров.

Рассмотрим, например, следующую АТИ «Опозна-



вать объект по форме и размеру, для того чтобы удерживать его».

Ее можно конкретизировать, по крайней мере, в два набора ПТИ.

Первый набор «простых технических идей»:

- ПТИ 1 для наномира:

- ♦ уложить в пространстве участок нитевидной молекулы в виде фигурной клетки, форма которой соответствует форме небольшой группы атомов, которую надо опознать.

- ПТИ 1 для микромира:

- ♦ эта идея неочевидна и ее надо изобретать.

- ПТИ 1 для макромира:

- ♦ использовать стержни, изогнутые в виде фигурной клетки, форма которой соответствует форме опознаваемого тела.

Второй набор «простых технических идей»:

- ПТИ 2 для наномира:

- ♦ организовать полость, расположив атомы в форме фигурной клетки, соответствующей по форме небольшой группе атомов, которую надо опознать.

- ПТИ 2 для микромира:

- ♦ эта идея неочевидна и ее надо изобретать.

- ПТИ 2 для макромира:

- ♦ организовать в теле полость или углубление, форма которого соответствует форме опознаваемого тела.

Каждая из этих ПТИ является описанием ПТС, а каждая ПТС — составной частью нескольких продуктов, построенных на ее основе (см. таблицу. С. 100).

В свою очередь, АТИ «Опознавать объект по форме и размеру, для того чтобы удерживать его» является одним из воплощений АИ «опознавать объект по форме и размеру». Другие воплощения этой АИ, например АТИ «Опознавать объект по форме и размеру, для того чтобы посчитать количество таких объектов» или АТИ «Опознавать объект по форме и размеру, для того чтобы построить динамику появления таких объектов во времени».

Ничто не мешает сформулировать еще более общую

АИ, например «опознавать объект», не указывая, какие именно технические характеристики этот объект имеет. Действительно, кроме формы и размера, возможны общий вес и плотность или электрический заряд или поведение в магнитном поле. Для каждой из этих характеристик существует набор инструментов и методов и единиц измерения, которые позволяют измерять и сравнивать их.

Таким образом, если изобретатель сделал конкретное изобретение, сформулированное во всех технических подробностях, он может применить к нему предлагаемый подход и переформулировать его в терминах АИ — АТИ — ПТИ— ПТС и продукт на основе ПТС и таким образом усилить его и защитить.

Прежде чем привести пример такой обработки конкретного изобретения, надо сделать еще одно «сильное утверждение», проверка которого будет проведена по мере накопления опыта применения предлагаемого подхода. Для каждой пары ПТИ—ПТС можно определить, к какому масштабу мира она относится, и построить еще две пары ПТИ—ПТС, которые являются «масштабными аналогами» исходной пары ПТИ—ПТС. Другими словами, можно сформулировать правило изобретателя: «построил пару ПТИ—ПТС для одного масштаба мира — ищи/изобретай еще две пары ПТИ—ПТС в остальных двух масштабах».

Ниже представлена диаграмма, иллюстрирующая концепцию «АИ—АТИ—ПТИ—ПТС — продукты на основе ПТС».

Такая вот многоэтажная абстракция.

Все это замечательно, однако не пора ли нам, в конце концов, использовать понятие ПТС для изобретения чего-нибудь полезного и актуального, такого, что можно внедрить и принести людям пользу, а себе — деньги?!

Насчет денег себе я, конечно, погорячился, но актуальных задач, которые хорошо было бы решить, много.

Начнем с выбора проблемы. Пусть это будет концентрирование запахов для обнаружения следов взрывчатки на одежде человека и в его багаже.

АТИ, ПТИ, ПТС, продукт на основе ПТС		Наномир	Микромир	Макромир
АТИ — опознавать объект по форме и размеру, для того чтобы удерживать его	Краткое описание ПТИ 1	Нитевидная молекула в виде клетки; клетка имеет форму опознаваемой группы атомов	Идея не очевидна, ее надо изобретать	Фигурная клетка из стержней в форме опознаваемого тела
	ПТС 1	Активный центр фермента; молекулы, опознающие мономеры при синтезе ДНК; РНК, белков	Надо изобретать	Крюк, петля для вылавливания
	Продукты на основе ПТС 1	Все виды активных центров ферментов, разные виды ДНК— и РНК— полимераз, рибосома	Надо изобретать	Крюки захватов подъемного крана, плоскогубцы, щипцы и т.п.
	Краткое описание ПТИ 2	Организовать полость, расположив атомы в форме фигурной клетки, соответствующей форме небольшой группы атомов, которую надо опознать	Идея не очевидна, ее надо изобретать	Полость или углубление в теле, соответствующее форме опознаваемого тела
	ПТС 2	Полость (дефект в решетке) в форме клетки, соответствующей форме небольшой группы атомов, которую надо опознать	Надо изобретать	Дырка в плоскости или в плетеной сетке
	Продукты на основе ПТС 2	Молекулярные сита на основе разных структур, например цеолиты	Надо изобретать	Различные сита для просеивания порошков и смеси мелких тел

Кстати сказать, такой концентратор работал бы не только против террористов, но и против болезней. Существует диагностика нарушений обмена веществ в организме по запаху тела и его выделений. Невозможно забыть (совершенно не понимая их) легендарные слова С.П. Боткина — «больной брюшным тифом пах-

нет вспотевшим гусем». Не так давно было научно доказано, что собаки могут опознавать по запаху мочи больных раком мочевого пузыря (*British Medical Journal*. 2004. V. 329. P. 712). Более того, известно, например, что больные шизофренией пахнут иначе. Невооруженным носом на ранних стадиях болезни этого не уловить, а концентратор может оказаться диагностическим инструментом. Такая диагностика не потребует прямого воздействия на пациента и не будет вызывать его беспокойства. Запаховая медицинская диагностика — это перспективное направление развития.

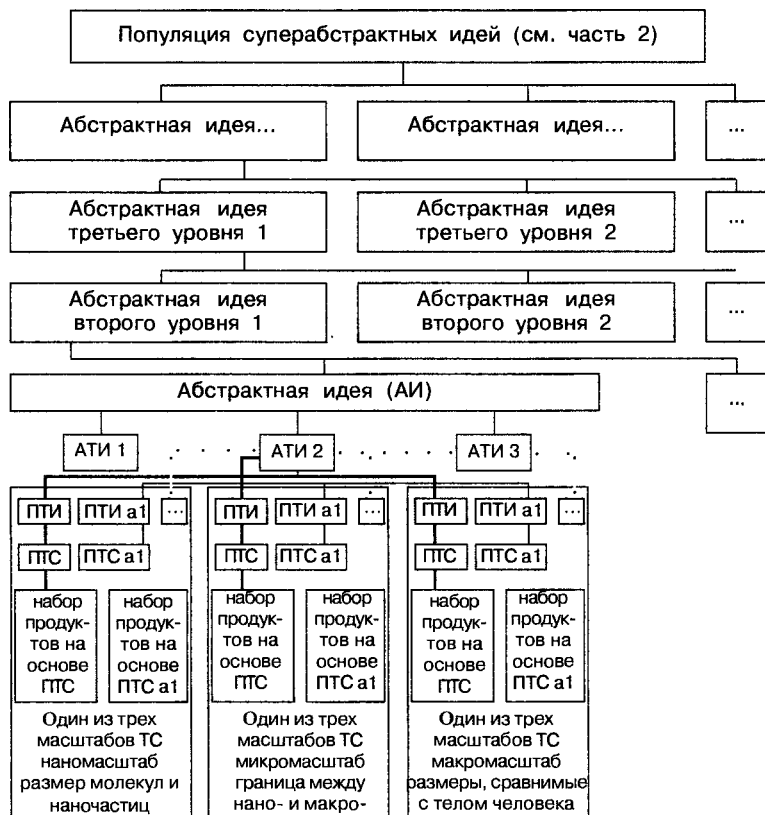
Самую легкую часть работы мы сделали и должны в этом месте немедленно среагировать на то, что знают все. Все знают, что найти идею легче, чем «продать» ее. Это две разные работы. Делать их надо по-разному, и таланты для этого нужны разные. Я с этим согласен. Более того, у меня есть опыт работы в области исследования эволюции технологий. Этот опыт вопиет, извищите за точное и звучное слово, что любое готовое решение к тем, кто может его внедрить, чужой человек со стороны принести не может (будь он с любым количеством старорусских единиц измерения длины во лбу).

Но тот, кто «вхож в проблему», может случайно оказаться читателем этой книжки или приятелем читателя, или знакомым его знакомого. Таким образом, направление и заготовка решения могут «нематериальным путем» попасть туда, где ее могут использовать.

Концентратор, концепцию которого мы сейчас построим, можно встроить в любую стандартную систему, прогоняющую поток воздуха вначале сквозь камеру с объектом, а затем на сенсор, измеряющий запах. Чувствительность этих сенсоров обычно недостаточна и повышение концентрации запаха в потоке всегда желательно.

Напомню, моя главная задача — показать, что концепция ПТС позволяет представить любую проблему таким образом, что найти ее решение становится легче.

Если проблему можно взять любую, то почему же не взять актуальную и по-человечески важную? Вдруг и



правда получится? Вдруг и правда кто-нибудь не поленился и проверит? Наконец, еще одно вдруг: вдруг работает и правда будет людей спасать?

Короче, переходим к следующему разделу.

**Применение концепции ПТС для решения «наперед заданной» конкретной проблемы.** Итак, проблема — концентрирование запахов для последующего их обнаружения.

Существующие устройства используют следующую схему: компрессор гонит поток тестируемого воздуха сквозь пористое тело с большой поверхностью, например через волоконный фильтр. Поверхность волокон

фильтра покрыта специальным веществом, которое абсорбирует молекулы-мишени и накапливает их внутри фильтра. Наиболее распространенный вариант, когда холодный фильтр накапливает молекулы-мишени, а нагретый — отпускает.

Опуская описание процедуры экстракции ПТС из популяции продуктов, приведу заключительный вывод.

Прибор, определяющий наличие в газе малых количеств (примесей) молекул-мишеней — это продукт на основе комбинации четырех групп комплексных ПТС, которые можно получить, конкретизируя следующие АТИ.

- *Концентратор* — твердая (или жидкая) поверхность плюс молекула-мишень из газа, которая может сесть на эту поверхность и сидеть на ней, не претерпевая необратимых изменений и не вызывая необратимых изменений молекул поверхности (другими словами, поверхность может абсорбировать молекулу-мишень и затем выпустить ее).

- *Переносчик* или, другими словами, способ принести молекулу в зону возможного контакта с поверхностью и унести ее оттуда — «поток газа» или «поток поля» (например, для заряженных молекул — градиент электромагнитного поля).

- *Сенсор* — твердая (или жидкая) поверхность плюс молекула-мишень из газа, которая может сесть на эту поверхность и сидеть на ней, меняя поверхностные молекулы или/и меняясь сама (другими словами, молекулы поверхности и/или тела сенсора взаимодействуют с молекулой-мишенью и меняются сами и/или меняют молекулу-мишень так, что *детектор* может обнаружить это изменение).

- *Детектор*, который обнаруживает такие изменения характеристик сенсора, которые происходят в результате взаимодействия молекулы-мишени с сенсором.

Наиболее распространенные варианты прибора построены с использованием концентратора. Он представляет собой фильтр, через который проходит газ; из газа при этом специфически абсорбируется опреде-

ленная разновидность молекул-мишеней. Такой «концентрирующий прибор» — это продукт на основе комбинации двух групп комплексных ПТС, которые можно получить, конкретизируя следующие АТИ.

- *Концентратор* — твердая поверхность плюс молекула-мишень из газа, которая может сесть на эту поверхность и сидеть на ней, не претерпевая необратимых изменений и не вызывая необратимых изменений молекул поверхности (другими словами, поверхность может абсорбировать молекулу-мишень и затем выпустить ее).

- Способ принести молекулу в зону возможного контакта с поверхностью и унести ее оттуда — «поток газа». Наиболее распространен вариант комбинирования этих двух групп ПТС в продукт, когда поток газа проходит сквозь фильтр.

Всем известное противоречие состоит в том, что увеличение поверхности фильтра, которое повышает производительность концентратора, достигается за счет увеличения количества пор в фильтре заданного объема, и следовательно, за счет уменьшения размеров этих пор. Это, в свою очередь, ведет к повышению сопротивления потоку и увеличению механической нагрузки на фильтр. В результате невозможно перегородить трубу большого сечения тонким микропористым фильтром, потому что поток газа его разрушит. Следовательно, целая категория вариантов объединения двух рассматриваемых групп ПТС не может быть осуществлена по причине отсутствия таких материалов, которые обеспечили бы необходимую механическую прочность фильтра.

Обратите внимание, мы изобретаем концентратор, в котором на нас работают свойства поверхности. Прочность материала, из которого сделан фильтр, не влияет на эффективность абсорбции. Однако именно эта характеристика материала оказывается фактором отбора.

Целое направление возможных дизайнов даже не рассматривается, потому что каждый грамотный инженер сразу понимает — это будут пустые фантазии. Нет таких абсорбирующих материалов, которые име-

ли бы весь требуемый набор свойств. Обход этой проблемы обеспечивается за счет создания композитных материалов и нанесения всевозможных тонких покрытий на поверхность нейтральных материалов.

С эволюционной точки зрения это вынужденный обход, потому что для эффективной концентрации молекул-мишеней на поверхности не нужны никакие другие свойства материала, кроме свойств его поверхности. А значит, другие свойства материала не должны быть лимитирующими факторами.

Если есть правильное эволюционное понимание проблемы и эволюционно осознанные попытки решить ее, то должны существовать и следы таких попыток в виде концепций продуктов, которые технологически могут обеспечить такую эффективность. Как правило, ограничением на выпуск этих продуктов оказываются не технологии, а экономическая невыгодность или внеэкономические запреты, связанные с экологией, культурой, политикой, религией и т.д.

Плоды таких попыток мне обнаружить не удалось. Готов согласиться, что я плохо искал.

Известно много попыток использовать для концентрации молекул на поверхности пор фильтра, например, решения, которые обеспечивают улавливание мелких частиц, скажем, пыли внутри пор-фильтра.

С эволюционной точки зрения такой путь тупиковый, потому что продукт — «воздушный фильтр для концентрации частиц» и продукт — «воздушный фильтр для концентрации молекул» — это продукты, построенные на основе разных ПТС.

- ПТС, которую можно использовать для концентрации молекул *на поверхности пор фильтра* — это конкретизация следующей АТИ: «Твердая или жидкая поверхность плюс молекула-мишень из газа, которая может сесть на эту поверхность и сидеть на ней, не претерпевая необратимых изменений и не вызывая необратимых изменений молекул поверхности» (другими словами, поверхность может абсорбировать молекулу-мишень и затем выпустить ее).

- ПТС, которую можно использовать для концент-



рации мелких частичек, например пыли *внутри пор фильтра*, — это конкретизация АТИ приблизительно в такой форме — «большое тело с порами, сквозь которое под действием внешней силы пытается пройти маленькое тело; если размеры поры меньше размеров маленького тела, оно в ней застревает».

Абсорбция молекулы и попадание ее в зону, где молекула может столкнуться с поверхностью, — это независимые процессы, которые лежат в основе разных ПТС, что позволяет провести поиск таких концепций продукта, в которых обе ПТС могут работать оптимально, не мешая друг другу.

Можно ожидать, что за время пролета сквозь микропористый фильтр каждая молекула успеет, диффундируя за время прохода потока сквозь поры, многократно обстукать стенки пор. В таком случае с точки зрения вероятностей столкновения молекул с поверхностью микропористого фильтра практически неважно, движется воздух сквозь фильтр или стоит в нем.

Другими словами, предположим, что за одну минуту сквозь фильтр проходит одна единица объема воздуха и определенное количество молекул абсорбируется на поверхности фильтра. Альтернативный метод: например, за 1 секунду сжать эту единицу воздуха так, что он весь окажется внутри объема фильтра и будет неподвижно стоять в нем 58 секунд, а потом за 1 секунду вылетит из фильтра. Результирующая абсорбция должна быть того же порядка, естественно, если мы сумеем обеспечить изотермическое сжатие, т.е. будем отводить из фильтра тепло, которое выделяется при сжатии газа.

Таким образом, мы нашли направление эволюции приборов для определения молекулярных примесей в газах, которое в настоящий момент не развивается в связи с «очевидностью» его невозможности. Это направление можно сформулировать так — абсорбентные материалы для извлечения или обнаружения примесных молекул в потоке газа; эти материалы не обладают механическими свойствами, которые необходимы для того, чтобы фильтры-концентраторы, сделанные *целиком только из этих материалов* могли выдержи-

вать давление потока газа, контактирующего с поверхностью этого материала.

Здесь надо вернуться к постановке задачи и задать вопрос — откуда взялся поток газа, который приносит молекулу к поверхности и уносит ее от поверхности?

Возможны разные способы создания такого потока газа. Один из вариантов — всем известный воздушный компрессор.

Короче, и не в ущерб понятности, потому что здесь и понимать-то больше нечего: компрессор — это место в потоке, проходя через которое воздух сжимается. Компрессор создает поток воздуха. В процессе любого упрощения нашего диагностического прибора, использующего поток воздуха, мы никак не можем выкинуть из рассмотрения устройство, которое обеспечивает сжатие воздуха, хотя оно в состав собственно прибора не входит.

Процедура экстракции ПТС, таким образом, привела к построению предельно упрощенного прибора, который оказывается составлен из двух простых систем (концентратора и потока газа), работающих независимо. Такое обнаружение двух ПТС резко облегчило осознание того, что есть еще одна ПТС, на основе которой построен продукт, создающий поток газа.

Следовательно, комбинировать в один продукт надо не две, а три независимо работающих ПТС.

У кого-то раньше, у кого-то позже, но идея решения неизбежно возникнет в процессе перебора вариантов комбинирования этих трех ПТС. Пройти мимо следующей идеи после такого анализа, по-моему, невозможно.

Надо поместить внутрь камеры сжатия компрессора тот самый фильтр — абсорбент, в порах которого, как говорилось выше, должен стоять сжатый воздух. В этом случае никакого давления потока на абсорбент в момент абсорбции молекул на его поверхности нет, потому что самого потока нет, благодаря чему материал абсорбента может иметь любые механические свойства.

Принципиальное дополнительное требование к компрессору, которое мы должны обеспечить — это

изотермичность сжатия. Надо отводить тепло, охлаждая камеру сжатия компрессора, потому что молекулы легче абсорбируются на холодную поверхность и лучше улетают с горячей.

Трудно удержаться и не отметить новое направление — использование в модифицированной камере сжатия компрессора жидкий абсорбент. Например, тонкие пленки концентрирующей жидкости, в которой молекулы мишени избирательно растворяются при низкой температуре и испаряются при нагреве, недостаточном для испарения самой концентрирующей жидкости. Для того чтобы не терять эту жидкость в виде паров, улетающих при выхлопе вместе с воздухом, можно охлаждать часть камеры, в которой помещена эта жидкость до температуры замерзания жидкого абсорбента. В следующем цикле растает, превратится в холодную жидкость, и потому хорошо абсорбирует запах, после чего заморзнет и т.д.

В этом месте пора остановиться, потому что интересных идей много, но «сейчас не об этом», как говорил артист Бурков в фильме «Ирония судьбы». Напомню, речь идет всего лишь об одном из применений понятия ПТС и о том, какая может быть польза от введения этого и сопутствующих ему понятий.

Ниже приведена упрощенная схема концепции одного из вариантов концентратора, который можно построить на основе воздушного компрессора.

Продукт представляет собой концентратор примесей и может быть подсоединен к любому сенсору. Концентрирование обеспечивается за счет работы обычного воздушного компрессора. Устройство собирается из частей, существующих в продаже. Три детали требуют изготовления:

- новая крышка цилиндра, которую можно изготовить из металла;
- система жидкостного, газового или твердотельного охлаждения такой крышки;
- плоский (например, как стеганое одеяло) фильтр, изготовленный, например, из стекловолокна, покрытого материалом, который на холоде практически

необратимо связывает молекулы-мишени и отпускает их при нагреве.

Кроме этого необходимы:

- холодильное устройство;
- сенсорное устройство, в которое входит обогащенный примесями воздух из компрессора.

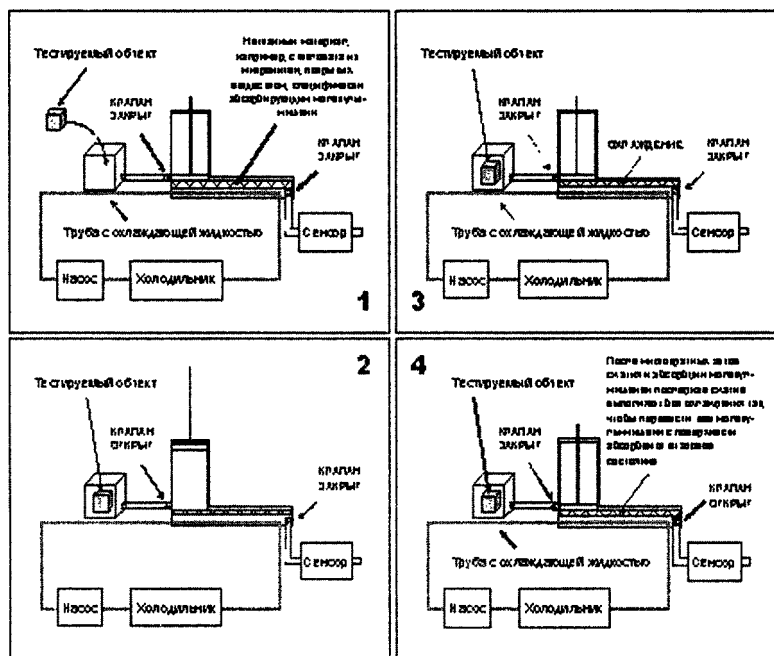
Концепция работы устройства: компрессор затягивает воздух в камеру, которая служит продолжением цилиндра и которую заполняет, например, стекловолокно, покрытое абсорбирующим веществом; сжимает воздух и ждет, пока он остынет. В процессе и в результате остывания молекулы-мишени из воздуха «прилипают» к покрытию на поверхности стекловолокна. После этого компрессор выпускает дозу холодного воздуха наружу. Процесс повторяется до тех пор, пока не произойдет насыщение покрытия и концентрация молекул-мишеней в покрытии не перестанет увеличиваться. После этого компрессор выпускает очередную дозу сжатого воздуха без охлаждения. Молекулы-мишени, которые испарились из покрытия в горячий воздух, попадают в канал, где их обнаруживает сенсор.

Почему не сделать просто отдельную камеру, в которую можно накачать под давлением воздух, охладить и выпустить? Почему не сделать эту камеру как приставку к компрессору или независимое устройство? Такую камеру надо будет проектировать «с нуля», испытывать, выпускать, рекламировать, продавать, обслуживать и ремонтировать. Ее придется «врезать» в уже существующие «воздушные трубопроводные магистрали».

Кому нужны эти хлопоты, требующие не только денег, но еще и переделки работающей системы, в которую объединено несколько разных устройств? Ведь компрессор уже встроен в эту систему и работает. Разработав один раз модифицированный вариант крышки цилиндра компрессора, можно *не меняя ничего в системе* (привет ТРИЗовцам!) всего лишь поменять обычную крышку компрессора на модифицированную.

Естественно, что легче всего это сделать производителям самих компрессоров. С эволюционной точки зрения и глядя со стороны, можно сказать, что при удач-

# Предельно упрощенная концептуальная схема устройства:



ном течении обстоятельств от этого могут выиграть все — и инвесторы, и производители, и потребители.

В то же время надо подчеркнуть, что главное в предлагаемой концепции не то, где лежит фильтр — в отдельной камере или внутри камеры компрессора. Главное состоит в том, что поток не проходит сквозь фильтр и не порождает повышенные требования к механическим свойствам материала, который работает как концентратор молекул-мишеней.

Еще одно преимущество предлагаемого решения, например, возможность использовать нанонити, которые закреплены одним концом так, что выходящий поток воздуха движется и скользит вдоль нити и поэтому не деформирует ее и не увлекает за собой. Тот же поток воздуха унес бы с собой все наночастицы.

Но не надо упускать из виду, что магнитное поле (например, внешнее) может перераспределять и удерживать внутри камеры со сжатым воздухом необходимое количество парамагнитных микро- и/или наночастиц, на поверхности которых иммобилизованы молекулы, способные работать как концентраторы и/или сенсоры молекул-мишеней. Кроме того, ничто не мешает использовать одновременно и жидкость, и частицы или нити, которые будут вмерзать в замороженную жидкость и потому оставаться в камере, когда сжатый воздух будет с «бешеной» скоростью вылетать из нее.

Одна из особенностей наночастиц и нанонитей заключается в том, что количества атомов или молекул, которые находятся внутри тела и на его поверхности, сравнимы. Поэтому присоединение молекул к поверхности влияет на все молекулы нанотела.

Напомню, что в нашем подходе устранены все дополнительные требования противостояния механическим нагрузкам со стороны потока. Можно использовать нанонити из таких материалов, которые, например, не имеют механической прочности, но могут, концентрируя молекулы-мишени на поверхности, менять свои свойства. Нить, накопившая достаточно молекул-мишеней, может, например, поменять цвет.

Таким образом, мы предлагаем объединить в одном материале способность концентрировать молекулы-мишени на поверхности и способность быть сенсором этих молекул и поместить его внутрь камеры сжатия воздушного компрессора. Выглядит так, как будто мы гибридизировали все четыре ПТС (концентратор, молекула-мишень, поток, сенсор) в одну гибридную комплексную ПТС.

Помните пример с фонариком и рассуждение об отличиях гибридизации ПТС от совместного использования нескольких ПТС в одном продукте? Основной показатель гибридной ПТС состоит в том, что в ней легко опознать те ПТС, из которых она получена, но они работают или все вместе, или ни одна из них. В случае фонарика-отвертки работа отвертки приводила к деформации, энергия которой срабатывала как ба-

тарейка для фонарика. Другого источника энергии фонарик-отвертка не имел.

Получается, что недостаточно поместить гибрид двух ПТС (концентратора и сенсора) внутрь компрессора, чтобы получилась гибридная ПТС. Надо, чтобы материал концентратора, набрав определенное количество молекул-мишеней на поверхность, начал работать сенсором и, например, светиться только в результате давления на него со стороны воздуха, сжатого компрессором. Вот тогда мы получим новую гибридную комплексную ПТС.

Кстати сказать, «величие момента» заключается в том, что мы только что совершили акт макроэволюции — придумали новую ПТИ, которая описывает комплексную ПТС, на основе чего теперь может появиться популяция продуктов, а они будут микроэволюционировать в составе этой популяции.

Чтобы закончить раздел на спокойной ноте и без восклицаний, отметим, что новые варианты продукта и гибридная ПТС появились после того, как в результате анализа стало ясно, что «концентрирующий прибор» построен на основе комбинации двух независимых ПТС.

## Глава 2

# ИНДИВИДУАЛЬНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

## Введение

**П**ОНЯТИЕ «индивидуальность технической системы» не так чужеродно для технарей, как это может показаться на первый взгляд. Рассмотрим два пути его формирования.

Один из них, зародившись в глубинах ТРИЗ, застрял в нем и не смог привести к появлению самостоятельного и эволюционно значимого понятия, аналогичного «индивидуальности ТС».

Другой путь — прямое сопоставление с биологическими понятиями, сделанное по заказу. Заказ такой: хочу найти соответствия, которые позволят описывать эволюцию жизни и техники на одном языке. Для выполнения заказа я прямо перенес понятие индивидуальности организма на ТС, потому что без этого оказалось невозможным определить, какое упрощение ТС приемлемо, а какое — нет.

Затем, уже на стадии практической работы с алгоритмом исследования первичного изобретения, я обнаружил, что индивидуальность ТС можно не только искать и определять, но волевым образом назначать. Это сразу напомнило мне ранее разработанный прием «назначение второй главной функции».



Дальше — больше, я обнаружил что могу сделать реконструкцию пути, по которому (глядя со стороны), можно полагать, шло развитие и созревание понятия «индивидуальность ТС». Я не думаю, что на прямом продолжении этого пути появились бы цели, которые заставили бы сделать скачок от «портрета эффекта» или от «назначения второй главной функции» к «индивидуальности ТС». Но я считаю, что все мои предыдущие попытки довести до практически работающего состояния концепцию «идентичности ТС» подготовили меня к решительному переносу такого нетехнического понятия, как «индивидуальность» на техническую систему.

Во всяком случае для тех, кому интересно, откуда берутся идеи, могу сказать и показать, что на сознательном уровне я взял «индивидуальность» из биологии вынужденно и даже от отчаяния, потому что вопрос о том, как однозначно получать простую систему, это вопрос о том, что в системе важно, а что — нет, что можно из нее выкинуть, а что — нельзя. Поскольку ТС служат человеку, постольку для любого «обгрызка ТС» можно найти применение, и «польза от системы» поэтому не может быть критерием. В то же время целостность системы, и в частности ТС, — важнейшая характеристика, и от нее-то, по-видимому, и перекинулся мостик к целостности организма, который обладает индивидуальностью.

Как бы то ни было, мне кажется, что эта история (в той мере, насколько она мне известна) показывает, что от частных описаний проблемы, сделанных для решения частных задач, выпрыгнуть прямо на адекватное ее обобщение очень трудно. Гораздо легче (мне, по крайней мере) вначале озвучить непонятно откуда взявшуюся в голове «фразу», а потом «подвести под нее базу». (Что, к слову сказать, не всегда путь бесплодного обмана.)

Итак, уже после того, как я ввел в своей работе понятие «индивидуальность ТС» и многократно применил его в практической работе по выявлению (экстракции) ПТС из технической системы, я увидел, что ряд предложенных ранее подходов можно также интерпретировать в терминах построения индивидуальности ТС.

Могу упомянуть, по крайней мере, три разработки в связи с понятием «индивидуальность технической системы»:

- 1) портрет эффекта;
- 2) назначение второй главной функции;
- 3) идентичность ТС.

## Портрет эффекта

Понятие «портрет эффекта» разработано и применяется в ТРИЗ. Говоря простым языком и в самом общем виде, — это рекомендация вначале описать то, что тебе надо (я бы сказал — индивидуальность той системы, которая тебе нужна), а затем искать ее или изобретать.

Представление о том, что такое «портрет эффекта», можно составить по одному из выступлений на ТРИЗ конференции, Миасс, 1988 г. (<http://www.trizminsk.org/e/2000129.htm>).

С.С. Литвин: Речь идет о концепции портрета нужного эффекта. Я объясню на задаче, хотя это проявилось не только на одной задаче. Когда мы формулируем физическое противоречие, то возникает вопрос о переходе к нужному физическому эффекту.

Мы решали проблему снижения воздушных шумов электропылесоса. Речь не о вибрационных шумах, с этим умеют бороться, а о воздушных вихрях. Чем сильнее поток воздуха, тем лучше работает пылесос: сильнее всасывание. Если уменьшить поток воздуха, шум снижается, но ухудшается и всасывание. Это техническое противоречие, а физическое противоречие в этой задаче было такое: вихрь должен быть крупным для обеспечения турбулентности потока, что, в свою очередь, нужно для всасывания, и быть мелким, чтобы меньше шуметь. Вихрь — это возобновляемый ресурс, вихрей там полно.

Для портрета эффекта нужно следующее.

1. Научная область. В какой области науки должен находиться предполагаемый эффект. Это можно определить по физическому противоречию. В примере — аэро- и гидродинамика.

2. Техническая область, ведущая для данной научной отрасли. Для примера — авиастроение и пневматика — струйная техника.

3. Объект. Что является объектом для предполагаемого эффекта? В примере два объекта: струи газа и вихри.

4. Технические функции будущего эффекта. В примере четко видно — нужно измельчать вихрь. Это техническая функция не известного мне пока эффекта.

5. Ограничения. Ограничения по нашей задаче — нельзя терять энергию потока, т.е. измельчение должно осуществляться с малыми затратами энергии.

6. Ресурсы. В нашем случае это: воздух — вещественный ресурс; поток — энергетический ресурс; элементы воздушного тракта — надсистемный ресурс; они могут переформировывать поток.

7. Сводный портрет эффекта на базе предыдущих шести пунктов выглядит следующим образом: необходим физический эффект, который, используя энергию потока, возможно преобразованного, измельчит крупные вихри с малыми затратами энергии.

Вот что мы получили в результате этого краткого анализа.

Какие источники позволяют работать с портретом дальше? Если это портрет эффекта, уже имеющегося в указателе, то портрет облегчает работу. В противном случае надо использовать два источника, как было в нашем случае: первый — общая информация о физике, об открытиях ученых; второй — техническая область. В пункте 2 мы указывали — авиастроение и пневматика. При обращении к специалистам этих областей бывает достаточно задать вопрос: «Как мне получить то-то?» Когда мы обратились с портретом эффекта к специалисту, он нам сразу указал на 212-е открытие Советского Союза, оно пока не имеет названия. Смысл эффекта — если имеется струя жидкости или газов, то при отведении части этой струи через ультразвуковой свисток создаются ультразвуковые колебания. Этот ультразвуковой поток воздействует на основной поток и, в зависимости от частоты, либо укрупняет вихри, либо измельчает их. Это не модулятор, скорее он ближе к

резонансным явлениям. Открытие сравнительно молодое — ему 8 лет, недавно в ИРе была публикация. Мы не знали этого эффекта, тем не менее по портрету мы на него достаточно четко вышли. По этой задаче было получено два решения. Одно — по открытию 212, а другое — с эффектом Коанда, который каждый из вас знает как эффект чайника. Оба решения в мировом «пылесосостроении» аналогов не имеют.

Что касается открытия, речь идет о том, что ультразвук, причем очень малый энергетический поток, воздействует на основной поток, измельчает вихри, и шум основного потока снижается.

## Назначение второй главной функции ТС

Такой подход есть, по сути дела, переоценка предназначения системы с целью такого дальнейшего ее упрощения, которое позволит, работая с упрощенной системой, изобрести ее следующие поколения. Сегодня я назвал бы этот подход назначением «второй индивидуальности ТС». Тем не менее надо помнить, что «индивидуальность ТС» — это существенно более широкое и глубокое понятие, чем «главная функция ТС».

Ниже я приведу фрагменты рабочих записей с указанием даты (в тех случаях, когда она сохранилась) и с сохранением стилистики и терминологии того времени.

**Инструмент поиска новых концепций.** 28 октября 1998. «Упрощенная модель и популяция псевдоглавных функций технологического процесса» как инструмент поиска новых концепций. (*Практические рекомендации и примеры*).

Традиционный подход к поиску способов улучшения технологического процесса можно сформулировать следующим образом: «Ищите способы уменьшить количество побочных продуктов и результатов».

Другими словами, в терминах традиционного конструкторского подхода побочные продукты и результаты — это нежелательные, но неизбежные спутники

основного процесса. Поэтому надо искать способы, как их минимизировать.

Классический ТРИЗ рекомендует идти дальше. В терминах ТРИЗ идеальный конечный результат такого поиска — это «технологический процесс, в котором нет побочных продуктов и результатов».

Развиваемый подход отличается тем, что побочные продукты и результаты признаются не только неизбежной, но желательной частью данной концепции технологического процесса. После этого ставится задача развития и/или изменения концепции процесса таким образом, чтобы обеспечить более высокое качество всех побочных продуктов или результатов.

Обоснованием такого подхода могут быть следующие два соображения.

- Новые цели, для достижения которых необходимо переделать концепцию процесса, позволяют снять психологическую инерцию и увидеть новые ресурсы развития процесса.

- В конечном итоге эффективность любого технологического процесса для производителя измеряется не столько качеством и количеством продуктов и результатов, сколько количеством денег, которые за эти продукты и результаты готов заплатить потребитель. Поэтому новые концепции, в которых побочные продукты и результаты основного технологического процесса приносят деньги, можно рассматривать как серьезный эволюционный ресурс.

### ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

1. Построить упрощенную модель технологического процесса.

2. В рамках упрощенной модели составить список функций, которые обеспечиваются в процессе.

3. Каждую из функций по очереди назначить псевдоглавной для этого процесса.

4. Сформулировать противоречия между главной и псевдоглавной функциями.

5. Модифицировать процесс таким образом, чтобы с разной степенью ухудшения главной функции обеспечить лучшее выполнение назначенной псевдоглавной

функции. Для этого надо рассмотреть варианты, когда

- главная функция выполняется:
  - не хуже, чем раньше;
  - хуже, но не значительно;
  - значительно хуже;
- главная функция не выполняется.

6. Каждую новую концепцию надо сравнить с исходной концепцией технологического процесса и оценить как альтернативный вариант.

7. Использовать полученную популяцию новых концепций для гибридизации с исходной концепцией технологического процесса, используя алгоритм гибридизации двух альтернативных систем.

### ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМА РАБОТЫ С ПСЕВДО-ГЛАВНЫМИ ФУНКЦИЯМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

1. Ранние работы со второй главной функцией (В. Герасимов, Б. Злотин).

2. Наблюдение, что в процессе получения параксилола (pX) есть две главных функции — производство pX и производство холодного остаточного («reject») раствора (В. Просяник).

3. Доклад о первом алгоритме работы со второй главной функцией и полученных результатах на примере процесса производства pX на семинаре для ТРИЗ-специалистов в компании Амосо (Г. Зайниев).

4. Наблюдение, что алгоритм поиска второй главной функции имеет ограниченное применение, потому что в большинстве процессов нет второй главной функции, по значению сравнимой с главной функцией (Б. Злотин).

5. Предложение не искать вторую главную функцию, а назначать ее (Г. Зайниев).

6. Второе применение алгоритма в работе по удалению серы из бензина (Г. Зайниев, И. Зайниева).

7. Объединение работы со второй главной функцией с построением упрощенных моделей и переход от одной назначенной второй главной функции к популяции псевдоглавных функций. В эту популяцию должны быть включены все функции, выявляемые в упрощен-

ной модели процесса (Г. Зайниев, В. Герасимов, И. Зайниева).

**Химический пример. Удаление серы из бензина.** Существует тенденция постоянного ужесточения норм содержания серы в выхлопных газах. Следующий шаг потребует удалять серу из бензина до количеств, которые современные методы не дают. Поэтому предполагается после делать еще одну обработку, которая снизит содержание серы в бензине еще на порядок. Один из вариантов — обработка бензина металлическим натрием.

Предлагаемая технология может быть более выгодна производителям металлического натрия, чем бензина. Количество бензина столь велико, что применение натрия для его очистки резко увеличит потребность в натрии. В настоящее время сплав натрия с калием в основном применяют как жидкий металлический теплоноситель в атомных реакторах и в качестве восстановителя в производстве титана.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС:

- Процесс удаления серопроизводных органических соединений из бензина методом обработки бензина металлическим натрием.

### ГЛАВНАЯ ФУНКЦИЯ:

- Очистка бензина

Исходная концепция:

- Смешивание двух жидкостей (металлического натрия и бензина) для создания эмульсии или взвеси капель натрия в бензине и образования твердых кристаллов  $\text{Na}_2\text{S}$  с последующим отделением твердых кристаллов и капель натрия от бензина.

Поиск новых концепций методом назначения псевдоглавных функций.

**1. Построить упрощенную модель технологического процесса.**

- Процесс содержит два последовательных шага.

Мелкодиспергированный металлический натрий смешивают с бензином. В результате получают

суспензию мелких кристаллов  $\text{Na}_2\text{S}$  и мелких капелек непрореагировавшего металлического натрия.

После этого бензин отфильтровывают от мелких частичек и капель.

2. В рамках упрощенной модели составить список функций, которые обеспечиваются в процессе:

- очистка бензина от серосодержащих органических молекул;
- улучшение потребительских характеристик бензина (неопределенность);
- получение  $\text{Na}_2\text{S}$ ;
- уничтожение металлического натрия;
- удаление из бензина кристаллов  $\text{Na}_2\text{S}$  и капель металлического натрия;
- приготовление мелкодиспергированного металлического натрия.

3. По очереди каждую из функций назначить псевдоглавной для этого процесса.

Псевдоглавные функции:

- получение  $\text{Na}_2\text{S}$ ;
- уничтожение металлического натрия;
- удаление из бензина мелких кристаллов  $\text{Na}_2\text{S}$  и капелек металлического натрия;
- приготовление мелкодиспергированного металлического натрия.

4. Сформулировать противоречия между главной и псевдоглавной функциями.

а) Получение  $\text{Na}_2\text{S}$ :

- для того чтобы бензин был чистый, в нем должно быть мало серы;
- для того чтобы получить больше  $\text{Na}_2\text{S}$ , в бензине должно быть много серы.

б) Уничтожение металлического натрия:

- для гарантированного уничтожения металлического натрия необходимо, чтобы каждая капелька натрия была обработана водой;
- любые формы обработки бензина водой сложны и невыгодны.

в) Удаление из бензина кристаллов  $\text{Na}_2\text{S}$  и капель металлического натрия:



- крупные кристаллы и капли легче удалить;
- но крупные капли натрия «хуже работают», а крупные кристаллы не получаются.

г) Приготовление мелкодиспергированного металлического натрия:

- слой  $\text{Na}_2\text{S}$  образуется на поверхности металлического натрия, и натрий, отгороженный от жидкости этим слоем, перестает реагировать с серой; нам необходимо уничтожить весь металлический натрий, поэтому капли натрия должны быть мелкие для того, чтобы весь натрий прореагировал с серой;

- мелкие капли трудно удалить из жидкости, в то же время необходимо гарантировать, что после обработки в бензине нет остаточного натрия.

5. Модифицировать процесс таким образом, чтобы с разной степенью ухудшения главной функции обеспечить лучшее выполнение назначенной псевдоглавной функции.

Для этого надо рассмотреть варианты, когда

- главная функция выполняется:
  - не хуже, чем раньше;
  - хуже, но не значительно;
  - значительно хуже;
- главная функция не выполняется.

### ГЛАВНАЯ ФУНКЦИЯ ВЫПОЛНЯЕТСЯ НЕ ХУЖЕ, ЧЕМ РАНЬШЕ

- Псевдоглавная функция — приготовление мелкодиспергированного металлического натрия.

- ♦ Текущая ситуация

- Существуют стандартные методы приготовления эмульсии натрия в бензине. Мелкие капли натрия свободно плавают во всем объеме бензина, поэтому для удаления остаточного натрия надо обрабатывать весь объем бензина.

- ♦ Предлагаемые изменения

- Надо закрепить натрий на каком-нибудь носителе в виде тонкой пленки, которая затем полностью превратится в  $\text{Na}_2\text{S}$ . Если часть натрия не прореагирует, то она не будет унесена потоком бензина.

— Для получения тонкой пленки можно использовать способность металлического натрия очень хорошо смачивать поверхности.

— Возможен вариант, когда вместо мелкой дисперсии или тонкой пленки используется поверхность толстого слоя жидкого натрия. На всей поверхности контакта натрия — бензин будут образовываться кристаллы  $\text{Na}_2\text{S}$ . Поток бензина будет смывать эти кристаллы и уносить их. Натрий потоком уноситься не будет. Останется только проблема отделения  $\text{Na}_2\text{S}$  от бензина

• Псевдоглавная функция — удаление из бензина мелких кристаллов  $\text{Na}_2\text{S}$  и капелек металлического натрия.

♦ Текущая ситуация

— Существующие методы фильтрации позволяют легко удалить из жидкости крупные частицы. Мелкопористые фильтры создают большое гидродинамическое сопротивление и целый ряд эксплуатационных проблем.

♦ Предлагаемые изменения

— Иммобилизовать кристаллы и капли таким образом, чтобы поток жидкости их не уносил.

— Самый оптимальный случай, когда выделяющийся из жидкости материал оседает сплошной пленкой на стенки сосуда.

— Аналогично этому материал, который взаимодействует с жидкостью, не должен двигаться с потоком.

• Псевдоглавная функция — уничтожение металлического натрия.

♦ Текущая ситуация

— С серой реагирует только поверхность металла. Ссронсущие молекулы не могут проникать как в объем металла и там реагировать с ним, так и сквозь слой  $\text{Na}_2\text{S}$ . Поэтому капля металлического натрия, который весь будет доступен для реакции, должна иметь маленький диаметр.

♦ Предлагаемые изменения

— Вместо капель надо использовать тонкую пленку. Существующие данные позволяют ожидать, что металлический натрий способен растекаться по по-

верхности в такую тонкую пленку, в которой весь натрий доступен для реакции с серосодержащими органическими молекулами в составе бензина.

- Псевдоглавная функция — получение  $\text{Na}_2\text{S}$ .

- ♦ Текущая ситуация

- $\text{Na}_2\text{S}$  образуется в виде кристаллов в объеме жидкости, поэтому необходимо использовать методы разделения жидкость/твердое тело.

- ♦ Предлагаемые изменения

- Для того чтобы не заниматься отделением мелких кристаллов  $\text{Na}_2\text{S}$  от жидкости, необходимо организовать процесс выращивания больших кусков или блоков  $\text{Na}_2\text{S}$ .

- Для этого можно использовать затравки чистого  $\text{Na}_2\text{S}$ , на поверхность которых нанесен тонкий слой металлического натрия.

- Затравки оmyваются бензином до тех пор, пока весь натрий не превратится в  $\text{Na}_2\text{S}$ .

- После этого на поверхность затравки наносится следующий слой металлического натрия. Для выполнения этой операции поток бензина либо удаляется, либо нет.

ГЛАВНАЯ ФУНКЦИЯ ВЫПОЛНЯЕТСЯ ХУЖЕ,  
ЧЕМ РАНЬШЕ, НО НЕ ЗНАЧИТЕЛЬНО

Пока ничего интересного не получилось.

ГЛАВНАЯ ФУНКЦИЯ ВЫПОЛНЯЕТСЯ ЗНАЧИТЕЛЬНО  
ХУЖЕ, ЧЕМ РАНЬШЕ

Пока ничего интересного не получилось.

ГЛАВНАЯ ФУНКЦИЯ НЕ ВЫПОЛНЯЕТСЯ

Пока ничего интересного не получилось.

6. Каждую новую концепцию надо сравнить с исходной концепцией технологического процесса и оценить как альтернативный вариант.

Исходная концепция

- Смешивание двух жидкостей (металлического натрия и бензина) для создания эмульсии или взвеси капель натрия в бензине и образования твердых кри-

таллов  $\text{Na}_2\text{S}$  с последующим отделением твердых кристаллов и капель натрия от бензина.

### Новые концепции

- Контакт двух жидкостей без перемешивания и образования капель натрия. Смывание потоком бензина кристаллов  $\text{Na}_2\text{S}$  с поверхности раздела жидкостей. Отделение кристаллов  $\text{Na}_2\text{S}$  от бензина методами сепарации твердое тело/жидкость.

- Предварительное нанесение жидкого металлического натрия на твердую поверхность в виде тонкой пленки критической толщины, при которой весь натрий доступен для реакции с серой. Весь образовавшийся  $\text{Na}_2\text{S}$  остается на поверхности и не уносится потоком бензина.

- Предварительное нанесение жидкого металлического натрия на твердую поверхность гранулы или большого куска  $\text{Na}_2\text{S}$  в виде тонкой пленки критической толщины, при которой весь натрий доступен для реакции с серой. Весь образовавшийся  $\text{Na}_2\text{S}$  остается на поверхности и просто увеличивает объем гранулы или куска.

- ♦ Технологически возможны разные варианты:

- стенки трубы покрыты слоем  $\text{Na}_2\text{S}$ , который смочен металлическим натрием; сера, содержащаяся в бензине, выседает на стенки трубы в виде  $\text{Na}_2\text{S}$ ;

- глубокий фильтр заполнен гранулами  $\text{Na}_2\text{S}$ , покрытыми пленкой натрия, поток бензина течет сквозь фильтр, сера остается на поверхности гранул

Использовать полученную популяцию новых концепций для гибридизации с исходной концепцией технологического процесса, применяя алгоритм гибридизации двух альтернативных систем.

Результаты этого этапа не доступны для открытого изложения.

**Механо-химический пример. Микрореактор высокого давления.** (*Концепция построена совместно с В. Герасимовым*). Первая главная функция центрифуги — создавать центробежную силу для сепарации по плотности. Вторая функция — создавать давление внутри жидкости. Назначим ее псевдоглавной.

Если сделать проточную центрифугу, то жидкость,

которая течет через нее, будет переходить из области нормального в область высокого давления и далее в область нормального давления. При этом между областями разного давления нет и не надо уплотнения.

Представим себе волчок с вертикальной осью вращения, с каналом для жидкости внутри него. Канал входит сверху вдоль оси, проходит радиально на периферию, опускается вертикально вниз (длинный участок), затем поворачивает обратно к центру, доходит до оси и вдоль оси двигаясь вниз, выходит из волчка. В вертикальном, периферическом участке канала жидкость находится под давлением. Допустим, что в середине этого участка мы локально нагреваем жидкость внешним бесконтактным источником, например лучом лазера, почти до кипения таким образом, чтобы температура в жидкости снижалась до нормальной к вершине и дну этого участка. Тогда мы получим проточный реактор высокой температуры и давления без уплотнений, например исследовательский микрореактор высокого давления для комбинаторной химии.

Поэтический пример. 31 октября 1998. Механизм воздействия поэтического произведения на человека можно описать как «построение упрощенной модели и использование псевдоглавных функций».

Цель поэта и его стихотворения — создать настроение и образ в мыслях. Назовем стихотворение процессом, конечный результат которого (воздействие на человека) обеспечивается за счет движения от одного слова к другому. Каждое слово обозначим условно «технической системой», которая обеспечивает главную функцию — прямое информационное значение (смысл). Но у каждого слова есть целая популяция вторых смыслов.

Поэт, выбрав слово, определяет для себя одно из побочных смыслов этого слова псевдоглавным и подбирает следующее слово по обеим характеристикам: по главному и выбранному им самим псевдоглавному значению. (Естественно, это происходит подсознательно.) В результате, все псевдоглавные значения слов в сумме вместе с главными должны создать тот

виртуальный образ, который напрямую может и не упоминаться.

Например, нейтральную фразу: «Группа громко говорящих молодых людей быстрым шагом вошла в ресторан» можно с помощью синонимов (на языке псевдоглавных функций) сформулировать так: «Толпа разнузданных молодчиков ворвалась в каба́к». Есть разница?

Слово — это система, а слово плюс все его синонимы — популяция систем, которая устойчива в эволюции, потому что несет много оттенков, готовых к отражению новых смыслов по первой потребности говорящих людей.

Точно так же и технические системы могут и должны иметь свои «синонимы», которые пусть и не употребляются на данном этапе эволюции, но должны быть опознаны среди существующих или разработаны «про запас». В каком формате? Инкубатор первичных изобретений, о котором мы будем говорить в части 3, это одна из таких возможностей.

**Методологический пример. Вторая главная функция ТРИЗ.** 21 мая 2000. Назначим второй главной функцией ТРИЗ проверку найденной идеи на эволюционную правильность и здоровье. Для этого берем идею, полученную любым способом, и ищем, каким инструментом ТРИЗ ее можно описать и как ее дальше развить. Если она недостаточно общая и правильная, то одно из двух: либо мы ее «зарежем», либо «раскроем» до более высокого уровня обобщения и сделаем эволюционно перспективной.

24 мая 2000. Применение ТРИЗ не для нахождения новых идей, а для диагностики уже существующих своих или чужих идей — это экспертная оценка идеи на эволюционное здоровье или эволюционный потенциал. С такого знатока — эксперта будет снят груз неопределенности по придумыванию своих идей. Он будет работать как классификатор, который дает эволюционное описание, а изобретатель или инженер, слушая или читая это объяснение, будет придумывать свои идеи.

## **«Идентичность технической системы»**

Прежде чем привести отрывки из старых текстов, которые покажут, что собой представляли ранние попытки сформулировать и описать характеристику, которую мы сейчас называем «индивидуальностью технической системы», надо сделать несколько пояснений.

Технический организм (ТО), о котором идет речь в этом фрагменте, — это некоторая, сейчас не важно какая именно, комбинация, составленная из технической идеи (ТИ), воплощенной в техническую систему (ТС), и продукта на основе ТС, который отличается тем, что его характеристики подобраны таким образом, что удовлетворяют потребителя, применяющего этот продукт в определенной нише. Совокупность людей — участников процесса изобретения, производства, продажи и использования такого продукта — обозначена как «команда размножения», в которой люди играют роли — инвестора, изобретателя, производителя, дистрибьютора, продавца и потребителя.

Далее следует фрагмент работы, датированной 10 января 2001 г. В постулаты о техническом организме (ТО) надо добавить постулат об идентичности. Идентичность — это базовый набор характеристик, который должен сохраняться, для того чтобы меняющаяся система оставалась сама собой. До тех пор, пока этот набор характеристик не изменился, система или объект остаются идентичными себе, несмотря на вносимые в них изменения.

Идентичность ТС представляет собой единство внутренней и внешней идентичности.

- Внешняя идентичность — это идентичность отношений продукта и ниши, в которой он существует и размножается. Как бы ни менялся продукт (для того, чтобы следовать тем изменениям, которые претерпевает ниша) с точки зрения ниши и тех участников команды размножения, которые имеют дело с продуктом, он должен оставаться тем же самым.

- Внутренняя идентичность ТС означает, что с точки зрения производства и тех участников команды

размножения, которые имеют дело с ТС, она должна оставаться той же самой ТС, несмотря на изменения, которые с ней произведены.

Возможны четыре варианта изменения идентичности ТС.

- Обе идентичности, и внутренняя, и внешняя — не меняются.

- Внешняя идентичность меняется за счет того, что возникает популяция разных продуктов, но внутренняя остается той же самой.

- ♦ Это самый распространенный вариант появления новых продуктов. Фактически это «то же самое, но в новой упаковке», например бесконечное количество вариантов кофемолочных ручных часов — для подростков, модниц, спортсменов, солидных бизнесменов и т.д.

- Внутренняя идентичность меняется за счет того что ТС меняется и становится другой, а популяция продуктов остается той же самой.

- ♦ Например, внешне ручные часы не меняются, а внутренняя начинка из механической становится электронной. За счет этого в дальнейшем популяция продуктов растет, то есть внешняя идентичность продолжает меняться при сохранении новой внутренней идентичности. Появление новой внутренней идентичности не означает, что продукты с предыдущей идентичностью исчезают. Они практически выживают в каких-нибудь нишах, обычно связанных с коллекционированием, хобби, спортом, развлечениями.

- ♦ Переход от кареты к автомобилю — это макроэволюция продукта «карыта» с сохранением внешней идентичности. Внешняя идентичность необходима для того, чтобы удерживать нишу. После полной и успешной смены внутренней идентичности при сохранении внешней продолжается нормальная микроэволюция продукта и завоевание новых ниш, но уже на основе более мощных ресурсов и с такой постепенностью, которую позволяет потребитель. Поэтому новые ТС в начале развития по форме подражают старым для того, чтобы не вылететь из ниши.



- Обе идентичности — и внутренняя, и внешняя — меняются одновременно.

Эволюция внутренней идентичности ТС отличается от эволюции внешней.

- Внешняя идентичность ТС воплощена в продуктах, построенных на основе ТС, и эволюционирует для того, чтобы обеспечить лучшее размножение продукта. Эволюция внешней идентичности происходит по законам адаптации к нише.

- Внутренняя идентичность ТС воплощена в ТС и эволюционирует с целью обеспечить лучшую выживаемость. Части ТС, которые обеспечивают внутреннюю ее идентичность, постоянно меняются, для того чтобы лучше адаптироваться к технической идее, производству и команде размножения.

Возможны разные способы воплощения ТИ в ТС, и самый первый способ, который начал работать, не обязательно самый лучший. После того как ТС сделали в виде данного варианта воплощения ТИ, процес эксплуатации выявляет незамеченные или непредвиденные недостатки, изменение которых и есть адаптация и развитие ТС. Этот процесс идет для улучшения выживания и по тем законам, которые, например, выявлены в ТРИЗ. Кроме того, ТС меняется, чтобы адаптироваться к нише и потребителю, которым безразлично, каково внутреннее строение и принцип работы ТС, — для них важно обеспечение необходимых им функций. Поэтому ТС приобретает внешнюю идентичность в процессе проникновения в нишу и закрепления в ней. ТС превращается в продукт на основе ТС. В разных нишах внешняя идентичность одной и той же ТС получается разной.

Что дает понятие идентичности? Следующие утверждения сделаны для того, чтобы проанализировать их и проверить на справедливость, которая пока не очевидна.

- В ТС при ее размножении менять можно все, что не изменит внутренней и внешней идентичности.

- При переходе из ниши в нишу внешняя идентичность меняется и получается новый продукт.

- ♦ Если внутренняя идентичность не меняется, то

это новый продукт на основе той же ТС. Такой процесс описывается теми же законами адаптации и отбора, что и микроэволюция вида в биологии.

- ♦ Если внутренняя идентичность меняется, то это уже смешанный процесс, когда появляется сразу и новая ТС, и новый продукт.

- При сохранении продукта в нише, несмотря на внешнее давление других продуктов, его внешняя идентичность не меняется.

- ♦ Если внутренняя идентичность этого продукта меняется, то это эквивалент макроэволюции у живых организмов.

- ♦ Если внутренняя идентичность этого продукта не меняется, то он в нише не удержится и потеряет ее. Это эквивалентно гибели вида в биологии.

## Заключение

Портрет эффекта, назначение главной функции, идентичность ТС и индивидуальность ТС — что общего в этих попытках опознать и обозначить техническую систему? И чем они отличаются?

Портрет и функция — это характеристики вневременные и самодостаточные. Зачем нам знать портрет и функцию ТС? Для того, чтобы найти именно эту систему, и для того, чтобы правильно использовать ее.

Если мы не трогаем ТС и не пытаемся ее упростить, зачем нам понятие об ее индивидуальности? Что с ним делать? Оно приобретает смысл только в том случае, когда есть процесс упрощения ТС до состояния ПТИ—ПТС.

Зачем упрощать? Это абсолютно ключевой вопрос! Для того, чтобы из этой ПТИ—ПТС построить новую ТС, которая внешне, на первый взгляд будет сильно или не очень сильно отличаться от ТС, нами упрощенной. Но как бы она ни отличалась, мы можем обозначить ее как носителя той же самой индивидуальности, и это позволит не только нам, но и любому другому исследователю, которому мы сообщим, какова ее индивидуальность, упростить ее обратно до той же самой ПТИ—ПТС.

«Мы с тобой одной крови — ты и я», — вот что сказали бы друг другу эти две ТС, если бы могли. Вместо них это говорит их исследователь, который знает, что у них одна и та же индивидуальность и, следовательно, они происходят из одной и той же ПТИ—ПТС (или комбинации ПТИ—ПТС).

Другими словами, понятие индивидуальности ТС уже несет в себе понимание того, что система имеет определенное происхождение и родственников. Это понятие необходимо в тех случаях, когда нас интересует вся популяция продуктов, которые можно построить на основе одной ПТИ—ПТС.

Не знаю, насколько понятно у меня получается объяснить эту мысль. Но мысль такова. Понятие «индивидуальность ТС» есть понятие эволюционное, оно имеет смысл только в тех случаях, когда нас интересует эволюция, в которой данная ТС участвует и которую мы описываем на языке (с участием среди прочих понятия «ПТИ—ПТС»).

В отличие от этого «портрет» и «функция» — понятия полностью вневременные, и ими можно пользоваться вообще, не интересуясь эволюцией.

Другая метафора: портрет и функция — это одиночные точки, а индивидуальность — конец того пути, началом которого является ПТИ—ПТС. И потому эта пара понятий неразрывно связана и описывает весь путь как единое целое. Как бы ни были отличны ТС, но если у них одна индивидуальность, то они происходят от одной и той же ПТИ—ПТС. И наоборот, если две отличающиеся ТС можно упростить до состояния одной и той же ПТИ—ПТС, то индивидуальности у этих ТС одинаковы.

## Глава 3

# ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА И СОЗНАТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

### Введение и постановка задачи

**В** НАЧАЛЕ я должен написать несколько слов о том, откуда что взялось и каким образом я «вырулил» на такое странное сочетание технических систем и сознательности человека.

Первая идея, которая показалась мне неожиданной и удивительной, была о том, что искусственную среду можно определить через отношение к ней мозга человека. Мозг — это продукт биологической эволюции, поэтому часть информации об окружающей естественной среде и о том, как себя в ней вести, должна быть заложена в нем от рождения. Я не знаю, какая именно часть, большая или маленькая, но думаю, никто не станет утверждать, что в этом смысле мозг новорожденного ребенка — чистый лист. А вот по отношению к искусственной среде, которая целиком создана людьми за короткое, практически нулевое в эволюционных масштабах, время, мозг не может иметь никаких врожденных знаний.

Далее, практически в любом учебнике, биологии можно прочитать, что ученые открыли биологический механизм обучения мозга новым поведенческим навыкам и назвали его импринтинг (imprint — отпеча-

ток). Главная черта — наблюдая, выявляй стереотипные действия «значимого объекта» и подражай им, копируй и запоминай. Причем каждый такой стереотип — не абсолют, а компонент, который предназначен для использования в комбинации с другими стереотипами. Свобода в обращении с такими стереотипами и в комбинировании их друг с другом, по-видимому, в разной степени выражена у разных представителей одного вида.

Если это так, то зачем человеческому мозгу для освоения искусственной среды другой механизм? Вроде бы ни к чему. Подражай точно так же и будешь успешен. Одна проблема, что так можно научиться *эксплуатировать* искусственную среду, но не создавать ее или, другими словами, изобретать. Почему? По очень простой причине — некому подражать. Ребенок не видит изобретателя за работой и не имеет возможности ему подражать. Более того, ни ребенок, ни изобретатель не знают, что это необходимо.

Так стартовала идея, которая развилась в гипотезу о науке «поведение изобретателя». Работа с этой идеей протекала на фоне другой «ментальной проблемы». Я к тому моменту уже года три пытался развить основные положения ТРИЗ так, чтобы они звучали более обще и позволяли объединить описание эволюции техники и эволюции жизни. Из этого ничего не вышло. Точнее говоря, получилась экзотическая и, может быть, даже вычурная заготовка теории, для понимания которой требовалось много больше терпения и доброжелательности, чем можно было ожидать в суровом деле демонстрации новых идей от тех, кто не участвовал в их придумывании.

Короче, я решил найти способ описать эволюцию техники, не используя никаких терминов и понятий ТРИЗ. Сделать полное и чистое в своем происхождении альтернативное описание. В случае успеха, даже если это описание будет сложным и не сразу понятным, его можно будет использовать для гибридизации с ТРИЗ.

Таков был замысел. Получилась «теория размножения технических организмов». Сложная, но, с моей

точки зрения, не настолько, чтобы сразу убивать ее, скрещивая с ТРИЗ. Я постарался описать ее с максимально доступной мне понятностью и обнаружил, что этого мало. Для того, чтобы понять, зачем нужна эта новая теория и как она соотносится с ТРИЗ, надо было ее позиционировать относительно ТРИЗ.

И здесь получилось замечательное совпадение. Борис Злотин в процессе обсуждения гипотезы о «поведении изобретателя» вспомнил о том, что он много лет назад называл ТРИЗ парадигмой в том смысле, который вкладывал в это слово философ и науковед Т. Кун.

Отталкиваясь от идеи «рассматривать ТРИЗ как парадигму», я начал быстренько писать короткую справку о том, что при таком подходе можно представить себе следующий уровень, на котором в ТРИЗ встраивается «поведение изобретателя».

В процессе работы я, на свою голову, сообразил, что в этом раскладе можно позиционировать и «теорию размножения технических организмов» относительно современной парадигмы ТРИЗ. Это должно было получиться, потому что я сам придумал эту теорию такой, чтобы она по исходному замыслу целиком лежала вне этой парадигмы.

Понятие «парадигма» оказалось весьма распространенным, хотя и не совсем простым. Как и можно было ожидать, разные авторы применяли это понятие по-разному и для достижения разных целей.

Поиск материалов о парадигме вывел меня на замечательную работу о роли метафор в построении парадигм и научных концепций. Это развязало мне руки, потому что раньше я, по неведению, стеснялся своей тяги к придумыванию и использованию метафор и аналогий для объяснения чуть ли не всего подряд. А тут я прочитал слова Аристотеля о том, что «гении мыслят метафорами». Не каждый день узнаешь о себе такое, так что энтузиазм мой окреп настолько, что я чуть не отбил себе пальцы, печатая на компьютере. (Это я так иронизирую, уточню на всякий случай.)

В конце концов материала стало так много, что я разделил его на три части:

1. Понятие «парадигма» и концептуальная эволюция ТРИЗ.

2. Контуры новой научной дисциплины «поведение изобретателя».

3. Краткое описание «теории размножения технических организмов».

## **Контуры гипотетической прикладной научной дисциплины «поведение изобретателя»**

**Описание научной дисциплины «поведение изобретателя».** Прикладная научная дисциплина (далее для краткости — просто наука) «поведение изобретателя» называет «изобретателем» человека, чье интеллектуальное и физическое поведение продиктовано стремлением к цели, которая при любом конкретном содержании может быть в общем виде определена как «изменение искусственной среды, не являющееся только ее разрушением или копированием». Такое определение не противоречит интуитивному пониманию смысла слова «изобретатель».

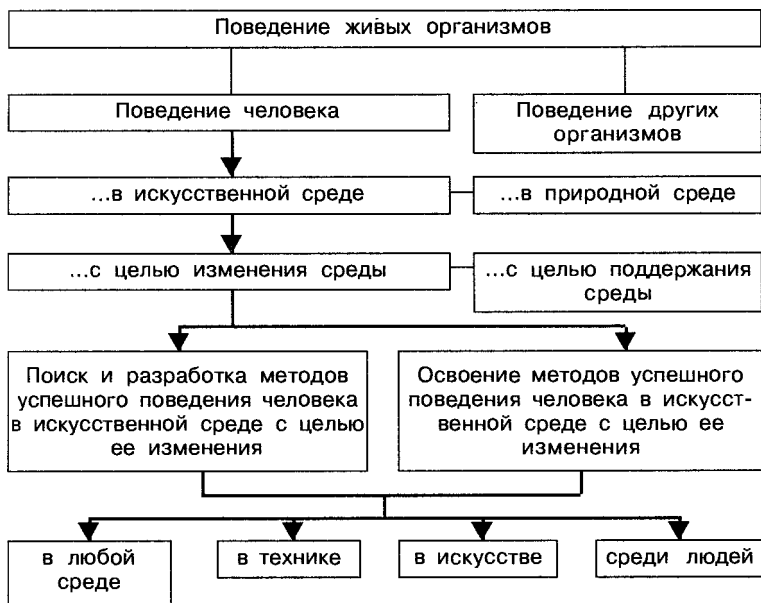
Таким образом, поведение изобретателя — это движение к цели, которую он, в той или иной мере, самостоятельно формулирует.

Теоретическое описание такого поведения будет иметь практический смысл в том случае, если применяемые понятия и термины смогут помочь всем, кто подпадает под определение «изобретатель», повысить эффективность процессов поиска целей и движения к ним.

В самом общем виде предметом исследования прикладной научной дисциплины «поведение изобретателя» служит *«поведение человека в любой искусственной среде с целью изменения этой среды в условиях стресса, вызванного одновременным воздействием трех следующих факторов: информационной неопределенности, дефицита времени, неизбежности наказания или поощрения»*. Выделенные курсивом и подчеркнутые слова — это термины, которые имеют в рамках этой науки определенное толкование.

Практические цели науки «поведение изобретателя» — это «разработка методов успешного поведения человека в искусственной среде с целью ее изменения» и «разработка методов обучения человека успешному поведению в искусственной среде с целью ее изменения»

Иерархическое положение науки «поведение изобретателя» среди других поведенческих наук представлено на следующей диаграмме.



## Терминология

*Поведение* — это целеориентированная активность животного организма, служащая для осуществления контакта с окружающим миром. В основе поведения лежат потребности животного организма, над которыми надстраиваются исполнительные действия, служащие их удовлетворению. Генезис форм поведения обусловлен усложнением условий среды обитания, в



частности переходом из гомогенной в предметную, а затем — в социальную среду (смотри, например, статью «Поведение» в книге «Биологический энциклопедический словарь». Кроме того, одно из определений поведения, в контексте именно поискового поведения, которое нас интересует, можно найти в монографии: В.С. Ротенберг, В.В. Аршавский. «Поисковая активность и адаптация», 1984).

*Успешное поведение человека.* Когда человек знает, что он хочет, и прилагает сознательные усилия для достижения цели, его поведение называют целенаправленным. Успех для человека всегда сравнителен. Одно и то же достижение может быть расценено человеком и/или его окружением и как успех, и как неудача, в зависимости от обстоятельств. Пользуясь терминологией ТРИЗ, можно описать успех как ситуацию, когда человек вначале безошибочно формулирует свою цель в виде идеального конечного результата (ИКР), а затем соглашается на меньшее, приблизившись к ИКР настолько, насколько, по его мнению (и по мнению других «значимых лиц»), это возможно и достаточно.

*Искусственная среда.* В рамках науки «поведение изобретателя» искусственной называется такая среда, по отношению к которой у человека нет и не может быть никаких эволюционно возникших инстинктивных поведенческих реакций. Все, что он знает об этой среде, он получил и получает только через обучение.

Примеры искусственной среды — техника, искусство, демократические отношения между людьми и др.

Искусственная среда противопоставлена естественной, потому что генетически заложенная в мозге часть информации о том, как себя вести **в естественной среде**, влияет на остальную информацию о поведении в искусственной среде, полученную через обучение методами подражания, и, скорее всего, неотделима от нее.

В естественной среде все люди, окружающие ребенка, ведут себя определенным образом и он интенсив-

но и подсознательно учится у них. Мозг ребенка обобщает поведение и речь людей, выявляет и усваивает стереотипы их поведения (или решения задач) в разных ситуациях.

В искусственной среде мало людей, которые эту среду меняют, а не просто поддерживают. В большинстве случаев у ребенка нет такой искусственной среды, находясь в которой он может наблюдать поведение людей, эту среду меняющих, и подсознательно обобщать такие наблюдения. Кроме того, человек попадает в какую-либо разновидность искусственной среды с целью понять ее и изменить уже в «недетском» возрасте, когда у большинства людей естественная способность к импринтингу подавлена.

Цель противопоставления двух сред — показать, что надо взять суть методов инстинктивного, «соответствующего природе мозга», обучения поведению в естественной среде и использовать эту суть для того, чтобы учить успешному «изобретательскому» поведению в искусственной среде.

Такой подход можно назвать антропоцентрическим, потому что мы определяем и противопоставляем два вида сред на основе отношения к ним мозга человека.

Естественная среда породила мозг, и мозг содержит инстинктивное знание о ней. Кроме того, мозг умеет различать стереотипы поведения других живых существ и подражать им.

Например, сын моих знакомых с пеленок играл с четырьмя собаками и одновременно с освоением человеческой речи научился подражать «собачьей речи». Когда ему на прогулке не понравилась чужая собачка, он негромко, но так правильно зарычал на нее, что напугал до полусмерти.

По отношению к искусственной среде человек не имеет и не может иметь инстинктивных реакций. Но способность выявлять стереотипные решения и творчески их комбинировать при освоении информации об искусственной среде никуда не девается.

Однако! Огромное «однако». По отношению к ис-

кусственной среде стереотипы поведения подавляющего большинства людей — это стереотипы поддержания и эксплуатации этой среды: никакого творчества, никаких изобретений. Такому поведению ребенок и подражает.

Едва ли кто-нибудь будет спорить, что знания и методы, которые люди применяют, чтобы поддерживать в работоспособном состоянии и эксплуатировать любую техническую систему, отличаются от знаний и методов, которые были применены при ее изобретении. Например, тот, кто лихо гоняет на автомобиле (или правильно переключает телевизор), мог бы сам его изобрести?

Науки, которые описывают строение и функционирование различных элементов любой искусственной среды, не имеют целью найти способы ее изменения. Их задача — научить, как эта среда устроена и как ее надо правильно эксплуатировать и чинить, если возникли поломки.

Исторически сложилось следующее подразделение единой искусственной среды на отдельные автономно изучаемые области.

1. Техника, внутри которой человек решает две категории задач, требующих изменения искусственной среды: улучшение существующей техники и создание новой техники.

2. Разные виды искусств.

3. Отношения между людьми, которые построены на искусственных, выдуманных человеком принципах, например демократические отношения на основе абсолютно небиологической и противоестественной идеи равенства прав всех людей.

4. Отношения с самим собой или, другими словами, со своим внутренним миром, в котором внешний искусственный мир может быть отражен в разной мере, а потребность его изменять может быть выражена в разной степени.

Таким образом, поведение человека в любой искусственной среде с целью ее изменения — это предмет самостоятельной научной дисциплины, которая не может быть сведена к «биологии» или к «наукам, которые

описывают строение и функционирование искусственной среды, построенной человеком».

*Изменение искусственной среды.* Понятие, обозначенное термином «изменение искусственной среды», в рамках науки «поведение изобретателя» не включает в себя такие изменения, которые ограничиваются только разрушением или копированием.

Таким образом, более точно говорить о том, что одновременно введены три взаимодополняющих термина «изменение, разрушение и копирование» элементов или всей искусственной среды.

Хочется верить, что со временем будет найден более удачный термин, обозначающий то же понятие.

*Информационная неопределенность* — это ситуация, когда ясно, что надо что-то делать, так как что-то происходит и на это надо реагировать, но непонятно, что же именно делать и как реагировать.

*Дефицит времени.* Если время, отпущенное на решение задачи, неограниченно, то это значит, что можно ничего не делать. Поэтому дефицит времени, отпущенного на нахождение ответа, — это один из основных показателей сложности задачи и, соответственно, стресса, вызванного страхом, что задачу не удастся решить и «дело будет плохо».

*Неизбежность наказания или поощрения.* Наказание, которое реально, но не грозит физической травмой или смертью или другим «биологически значимым вредом», не имеет поэтому в организме доставшейся по наследству инстинктивной ответной биологической реакции. (Например, потеря карьеры, зарплаты и др.) Поощрение означает, что то «значимое», которое можно потерять в результате наказания, в случае поощрения, наоборот, прибавится.

*Реакция человека на сигнал, несущий «информационную неопределенность» и «неизбежность наказания или поощрения» в условиях дефицита времени* — см. в дополнении 1.

## **Удовлетворяет ли «поведение изобретателя» требованиям, которые надо предъявлять к «претенденту на звание научной дисциплины»?**

### **Предмет исследования научной дисциплины «поведение изобретателя»**

Предмет исследования имеет две неразделимые стороны.

1. Поиск таких стереотипов поведения (или стандартных решений типовых задач), которые ранее были успешно применены в процессе построения данной искусственной среды и знание которых может позволить человеку, комбинируя стереотипы (стандартные решения) в соответствии с конкретными условиями, успешно решать «изобретательские» проблемы и достигать поставленные цели.

2. Поиск способов обучения людей выявленным закономерностям организации искусственной среды методами, адекватными как природе наблюдаемых изменений, так и природе механизмов усвоения информации мозгом.

### **Локальная парадигма научной дисциплины «поведение изобретателя»**

*Научная база.* Для организмов со сложным поведением показано, что их мозг сразу после рождения начинает усваивать новые поведенческие стереотипы, которые не были заложены в мозг генетически. Он делает это методом импринтинга, или другими словами, методом выявления основных стереотипов поведения первого попавшегося на глаза движущегося тела (обычно это родители) и подражания ему. Человек не исключение из этого правила (в частности, он так усваивает речь).

Это означает, что выявление повторяющихся стереотипных действий (более широко — изменений окружающей среды) и способность копировать их есть врожденная и наиболее эффективная форма освоения

новой информации мозгом. Таким образом животное, и в частности человек, учится успешному поведению и способам достигать цели в биологической и «около-биологической» естественной среде.

Мозг взрослого человека содержит набор стереотипов успешного поведения в той естественной и культурной среде, в которой он родился и живет. Этот набор усвоен наиболее эффективным для мозга методом подражания.

В то же время большинство людей не имеют возможности непосредственно наблюдать поведение тех, кто создает и меняет искусственную среду. Поэтому наиболее эффективный механизм обучения подобным навыкам у них не задействован.

*Первая главная гипотеза.* Если есть стереотипы и стандарты, по которым искусственная среда была построена и меняется, то человеческий мозг сможет осваивать эту среду аналогично тому, как он осваивает естественную среду: копируя образцы и комбинируя их.

*Вторая главная гипотеза.* Существуют наборы стереотипов и стандартов, с помощью которых любая искусственная среда была придумана и построена. Гипотеза утверждает, что эти стереотипы и стандарты работали раньше и будут работать всегда. Поэтому их надо выявлять, накапливать и сознательно учить им тех людей, которые в этой среде живут и пытаются ее изменять и развивать.

*Третья главная гипотеза.* Возможно построение «искусственного аналога той части мозга, которая обеспечивает хранение знаний о стереотипах» (в устном варианте, на бумаге или в компьютере). Такой аналог можно назвать «внешней памятью изобретателя». Она будет хранить набор большого количества стереотипов успешного поведения, цель которого — изменение любой искусственной среды.

Человек, обученный манипулировать набором стереотипов изменения той искусственной среды, методам поддержания которой он профессионально обучен, сможет, используя этот «искусственный аналог мозга», который я предлагаю называть «внешняя память изобретателя», успешно изменять любую искусственную среду.

Ключевые пункты предыдущего текста:

1. Человек должен иметь знания и опыт поддержания какой-нибудь (не важно, какой именно) искусственной среды.

2. Он должен научиться применять ТРИЗ-методологию в своей искусственной среде.

3. После этого он может стать профессиональным изобретателем, который с помощью «внешней памяти изобретателя» и экспертов станет изобретать в любой области.

Другими словами, специалист по поддержанию какой-либо искусственной среды, например инженер-механик, после того как он освоил методологию изобретательства на примерах из области механики, сможет делать изобретения на любую тему с помощью такой «внешней памяти изобретателя» и в содружестве с экспертом по этой (любой) теме.

*Прикладная научная дисциплина должна иметь практическую цель.* Главная практическая цель прикладной научной дисциплины «поведение изобретателя» двудеина — выявлять стереотипы в данной области искусственной среды (например, техника, искусство и т.п.) и обучать им людей. Первое без второго бессмысленно, второе без первого невозможно.

## **«Вторая главная функция» науки «поведение изобретателя»**

Любые стереотипы и стандарты принципиально разрознены и являются отдельными, по сути дела, «неделимыми элементами», которые надо применять, комбинируя их друг с другом. Поэтому недостаточно выучить эти приемы поведения или решения задачи. Надо иметь практику их успешного комбинирования, в частности путем подражания.

1. Первая главная функция — находить новые приемы, стандарты, стереотипы, для того чтобы обучать людей с их помощью вести себя успешно и решать задачи изменения искусственной среды.

2. Принципиально важна *вторая главная функция науки* «поведение изобретателя» — реконструировать

возможные способы получения уже найденного решения путем построения различных комбинаций приемов (стандартов, стереотипов и т. д.).

Поиск и формулирование или, другими словами, реконструкция разных путей, которыми *мог быть получен* уже известный ответ — это принципиально важная гимнастика изобретательского ума, которая закрепляет способность манипулировать «приемами». В связи с этим практика построения популяции разных путей, которыми могло быть найдено известное решение, жизненно важна для обучения изобретателя. Идеальным конечным результатом должно быть доведение этой способности и потребности до автоматизма (как непроизвольное «интеллектуальное почесывание»).

### **Два этапа эволюции науки «поведение изобретателя»**

Первый этап — это накопление коллекции приемов, стандартов и правил решения задач, или другими словами, стереотипов успешного поведения, целью которого является изменение искусственной среды.

Это бесконечная работа, потому что она предполагает сбор, классификацию и структурирование коллекции, которая будет пополняться до тех пор, пока не закончится эволюция искусственной среды, например техники. Такая работа неотделима от обучения людей выявленным приемам, стереотипам и правилам.

Начало второго этапа не означает завершение первого. В этом смысле он второй не по времени существования, а по времени возникновения. После начала второго этапа развитие обоих этапов проходит взаимосвязанно.

Второй этап начнется, когда количество людей, которые умеют быстро и эффективно менять искусственную среду, благодаря использованию стандартных решений, достигнет критической величины. Она определяется совокупным влиянием этих людей и непредсказуемостью направлений их некоординированных действий, а также опасностью безответственной или криминальной координации.



Прямой аналог — история развития и распространения оружия, как простого и легкого (например, автомат Калашникова или «взрывчатка»), так и оружия массового поражения. В обоих случаях главная опасность заключается в необратимом распространении *последствий* применения оружия.

Один из удручающих примеров — это даже не война, а просто межэтнический конфликт, который десятилетиями, если не столетиями, вяло развивался между народами хуту и тутси в африканской стране Руанда.

Вялость конфликта кончилась, когда в 1994 году в руках хуту оказалось достаточно оружия холодного (мачете) и горячего (естественно, автоматов Калашникова). Хуту едва ли не за один месяц просто-напросто перестреляли и перерезали почти всех тутси (около миллиона человек).

К моменту этого трагического события автомат Калашникова существовал уже полстолетия, интенсивно распространялся в человеческой популяции, достиг количества 100 млн экземпляров (против 10 млн американской M16) и наконец проявил себя, совершив необратимое изменение.

В Камбодже «красные кхмеры», уничтожая своих противников (2 млн человек), вместо мачете использовали тяпки, но автомат Калашникова был тот же самый.

Можно ожидать, что вторым этапом развития будет наука, которая моделирует, изучает и предсказывает последствия применения приемов и стандартов, выявленных на первом этапе.

На первом этапе главное действующее лицо — человек. Это надо подчеркнуть, потому что может возникнуть впечатление, что выявляемые приемы изменения среды ее описывают, и поэтому в терминах этих приемов и *в рамках той же науки* можно описывать законы объективного развития этой среды.

На самом деле «поведение изобретателя» описывает только обобщенные приемы, с помощью которых можно менять уже существующую среду. Например, что конкретно говорят о среде такие эффективные

приемы ее изменения, как «выверни наизнанку» или «поменяй симметрию»?!

Таким образом, главное действующее лицо науки «поведение изобретателя» — это человек, которого надо научить более эффективно менять ту искусственную среду, где он существует. Более того, это не один человек, а все люди. Практическая цель — привить каждому человеку более эффективные навыки успешного изменения окружающей его среды. (Здравый смысл уже вопит — «так они же все порушат и всех угробят!»).

На втором этапе реальная опасность катастрофического разрушения искусственной среды приведет к тому, что наука «поведение изобретателя» будет отслеживать возможные последствия различных совокупностей воздействия на среду. Часть этих воздействий будет приводить к положительным результатам с точки зрения интересов определенных групп людей. Но положительность в данный момент не исключает далеких отрицательных последствий. Поэтому ограничиваться только локальными рекомендациями долго не удастся.

На втором этапе появится возможность описывать вероятные сценарии эволюции искусственной среды в терминах общих стандартных приемов ее изменения. Особенностью, отличающей такие описания от других видов прогнозов, будет формат описания: «Если в данной области искусственной среды применить такой набор стандартных приемов ее изменения, то последствия могут оказаться такими-то. (Однако лучше этого не делать, потому что с большой вероятностью они повлекут за собой такие-то изменения, для устранения которых потребуются большие расходы...)».

Специфику второго этапа можно увидеть из следующей аналогии. Люди, изучающие последствия применения ядерного или химического оружия массового поражения, не занимаются эволюцией природы, их интересуют вопросы, выживет ли природа, что будет с людьми и до каких пределов воздействия на природу можно доходить. Не менее важный вопрос — как удерживать людей от таких сильных воздействий.

## **Реакция человека на сигнал, несущий «информационную неопределенность» и «необратимость наказания или поощрения» в условиях дефицита времени**

### **Возможное влияние ТРИЗ-обучения на сознание**

Ниже представлены варианты реакции *сознания не обученного ТРИЗ* на внешний информационный сигнал.

Сигнал о ситуации, который пришел в сознание, либо опознается как значимый, либо — нет.

Если сигнал опознан как «сигнал, на который надо реагировать», то следует оценить его на понятность.

Если все в сигнале понятно, то ответ готов и он выдается.

Если в сигнале есть неопределенность, то она оценивается со следующей точки зрения: есть в этой неопределенности опасность или нет.

- Если опасности нет, то ответ зависит от внешних и предшествовавших обстоятельств и планов.

- Если опасность есть, то надо определить, сколько времени есть на ответную реакцию. Возможны варианты:

- ♦ времени нет;
- ♦ времени меньше, чем надо, чтобы просто подумать;
- ♦ время есть (немного, достаточно, много).

Если времени нет, то реакция идет из подсознания в одном из трех классических вариантов:

- атака (проблемы);
- бегство (от проблемы);
- ступор (игнорирование проблемы).

Если время есть, то ключевую роль играет размер единицы измерения времени (по сути то, как быстро способно действовать сознание).

- Если времени мало — надо искать ответ, в кото-

ром неопределенность сама по себе, а сознание в любом случае не виновато и не пострадает.

— Если времени достаточно — то после того, как уже ясно, что не пострадаешь, а время на ответную реакцию все еще есть, можно поискать нестандартные ответы (разные варианты ответов, чтобы потом выбрать лучший).

— Если времени много — то можно искать варианты даже до того, как обеспечил себе безопасность.

Пожалуй, для подсознательной готовности начать творить по поводу любой задачи пужна именно такая оценка — «можно искать варианты даже до того, как обеспечить себе безопасность за счет хотя бы одного стандартного варианта».

### **Что меняется в реакции «сознания не обученного ТРИЗ» на внешний информационный сигнал после обучения ТРИЗ**

В результате обучения усиливаются или появляются следующие характеристики.

- Чувствительность распознавания информационных сигналов.

- Способность видеть больше значимой неопределенности в информации.

- Способность видеть больше значимой опасности в неопределенности.

- Способность классифицировать часть этой опасности как противоречие.

- Умение обострять и стандартизировать противоречия.

- Умение решать противоречия стандартными способами.

- Получать подкрепляющее удовлетворение от разрешения противоречия.

- Готовность работать с информацией, моделями и образами, в которых много неопределенного, несовершенного и, на первый взгляд, невозможного.

- Запас готовых решений, которые снижают неопределенность.

- Ускоряется процесс нахождения решения.

- Изменяется шкала оценки — много или мало времени есть на решение.

- Увеличивается длина интервала времени (назад в историю и вперед в будущее), которое оценивается как значимое для решения любой возникшей проблемы.

#### *Интегральные изменения*

В результате обучения усиливаются или появляются следующие характеристики.

- Снижается стресс, возникающий при столкновении с противоречием.

- Снижается порог требований и уменьшается отторжение «идей, которые кажутся бредовыми по причине их незавершенности».

- Выбатывается привычка структурировать поступающую в мозг информацию таким образом, что подсознательные механизмы прогнозирования и синтеза начинают работать более эффективно.

## Глава 4

# КУДА ДЕРЖИМ ПУТЬ?

### Эволюционное и историческое описание событий

**М**ОЖНО представить себе два подхода к описанию событий, происходящих во времени последовательно, одно за другим.

Один подход я условно назову «историческим» и определяю его следующим образом.

- Необходимая и центральная часть исторического описания — документальное описание событий. Полноценное историческое описание дает многоплановую картину, в которой есть место и сравнениям, и гипотезам, и авторскому мнению, но все это пристроики к «ядру» — документальному описанию.

Другой подход я назову «эволюционным» и определяю его так.

- Необходимой и центральной частью эволюционного описания является гипотеза или постулаты о механизмах последовательного возникновения или первичного происхождения всех описываемых событий и связей между ними. Такой подход начинается с утверждения группы постулатов или гипотез, представляющих собой эмпирическое обобщение тех событий, эволюцию которых собирается описывать этот подход.

Главная задача эволюционного описания — продемонстрировать, что реальные события, описанные

«историческим» методом, совпадают с теми, которые следуют из постулатов. И чем полнее совпадают, тем лучше, потому что цель разработки эволюционного описания не только понимание механизмов эволюции, не только прогноз дальнейшей эволюции, но и нахождение инструментов управления ею.

Поэтому сравнение таким образом определенных «эволюционного» и «исторического» описаний может быть способом оценки правдоподобности прогноза.

## **Вход на территорию эволюции**

Биологические науки много лет занимаются историческим и эволюционным описанием жизни на Земле. Техника уже много лет служит объектом детального исторического описания. Огромное количество книг о судьбах изобретений и изобретателей публикуется во всем мире.

Законы развития технических систем, предложенные в ТРИЗ, можно назвать «обобщенным историческим описанием», потому что каждый закон в абстрактной форме описывает конкретную последовательность изменений, которые происходили с определенным набором технических систем или объектов; на основе рассмотрения их судьбы и был построен этот закон.

При любом количестве использованных примеров никто не утверждает, что они охватывали всю технику. Значит, по отношению к рассмотренным техническим системам и объектам этот закон является обобщенным историческим описанием, так как то, что он утверждает, с системами уже произошло.

Но сформулирован этот закон не для описания, а для применения к другим ТС с целью прогноза их дальнейшего развития. Почему такой прогноз должен работать? Он будет работать только в том случае, если есть «нечто общее» в эволюции всех ТС, благодаря чему мы можем переносить частные обобщения, полученные при работе с разными группами ТС и сформулированные в виде набора законов развития технических систем, на эволюцию всей техники. Что же оно такое это «нечто общее»?

В любом случае «нечто» должно быть гипотезой более общей, чем «то, что происходит внутри описываемой группы объектов». Оно должно действовать на них снаружи и таким образом определять поведение абсолютно всех компонентов описываемой совокупности объектов. Повторяю, «нечто» должно влиять (хотя бы частично), но на всех.

Это утверждение («нечто») нельзя вывести из наблюдений за процессом изменения самих объектов. Оно стоит особняком, как входные ворота, через которые попадаешь на территорию, даже если она ничем не огорожена, но вход обозначен.

В описании биологической эволюции таким «нечто» является утверждение первичности процесса размножения живых организмов. Если бы среда, окружающая живой организм, была постоянной, он размножался бы бесконечно и в той же форме. Но среда меняется, и жизнь — тоже, следуя этим изменениям, вынужденно к ним приспосабливаясь.

Таким образом, эволюция — ответ жизни на внешние обстоятельства, которые от нее не зависят. Входные ворота с «территории размножения» на «территорию эволюции жизни» расположены там, где встречаются механизмы, которые обеспечивают изготовление копии данного организма и контроля, насколько эта копия безошибочна.

Другими словами, обобщающим утверждением можно считать требование динамической согласованности всех живых существ и окружающих их условий. Отсюда вытекает идея адаптации или приспособления — либо живой организм приспосабливается к среде и для этого меняется, либо он вымрет. Бывает и наоборот — если организмов много, они могут погубить среду и вслед за ней погибнуть сами (или уйти из нее в другую, пока есть, куда уходить).

Ресурсы для взаимной адаптации на данном уровне могут быть позаимствованы с более высоких уровней иерархии. Но эти ресурсы не бесконечны. Сегодня примерами экологических катастроф разного масштаба никого не удивишь. Многие говорят и пишут о том, что можно погубить даже всю биосферу. Но представить



себе ситуацию, когда каждый в биосфере дсляет, что хочет, наплевав на всех остальных, уже невозможно.

Какой бы общей и не очень конкретной ни выглядела идея взаимной адаптации, в описании биологической эволюции она есть и работает. Из нее вытекает необходимость ответа на вопрос: а каковы универсальные механизмы, которые могут обеспечить такую адаптацию на всех, сколь угодно различных, уровнях биосферы?

Ответом на этот вопрос служит гипотеза естественного отбора.

## **Гипотеза естественного отбора в изложении для технарей**

Я уже не первый раз употребляю это слово — технарь, и до сегодняшнего, бог знает какого по счету, перечитывания оно уже много лет стояло в тексте в кавычках, поскольку жаргонное. Но давайте посмотрим, как часто люди используют такую идентификацию и самоидентификацию в сравнении с таким безусловно литературным определением, как гуманитарий.

26 октября 2005 г. Google выдал следующую раскладку частоты употребления этих слов: технарь — 45 500, гуманитарий — 39 800. Так что имеем полное право кавычки не употреблять. Существует также термин — технарий (21 употребление), который ввел Б.И. Кудрин, разрабатывающий концепцию техноценоза по аналогии с биоценозом. Мы рассмотрим эту разработку, когда дело дойдет до технического организма.

Итак, для технарей, знакомых с ТРИЗ, гипотезу можно сформулировать псевдострогим образом.

- По условиям задачи даны среда и существующий в ней объект. Объект должен достаточно долго, желательно сколь угодно долго, просуществовать в этой среде.

- Характеристики среды, влияющие на существование объекта, могут меняться произвольным и непредсказуемым образом, но в каких-то пределах и с ограниченной скоростью.

- Можно сформулировать противоречие: объект,

срок жизни которого не бесконечен, должен существовать в данной среде неограниченно долго.

- Что надо сделать, чтобы он существовал в среде дольше срока своей жизни? Ответ, который нашла и применяет природа, — объект должен сделать с себя копию. Но сколько копий одновременно? И должны ли все они быть абсолютно одинаковыми?

- Чтобы ответить на эти вопросы, надо выделить базовые характеристики рассматриваемого объекта, которые можно назвать его «индивидуальностью», имея в виду, что объект может меняться, оставаясь самим собой до тех пор, пока он сохраняет эти характеристики.

- Все копии объекта должны быть одинаковы только по «индивидуальности», а по всем остальным характеристикам — отличаться. Например, в популяции двуполоых организмов такой индивидуальностью, которая одинакова у всех особей популяции, является «способность любых двух особей противоположных полов скрещиваться, давая плодовитое потомство».

- Если среда задана, то выживаемость объекта в ней определяется двумя факторами — во-первых, размером популяции, т.е. количеством копий объекта, и, во-вторых, изменчивостью, т.е. количеством разных его вариантов.

- Каждая копия объекта способна копировать себя, и плодовитость копии зависит от того, насколько она адаптирована (приспособлена) к среде. Изменения среды делают копии то одного набора, то другого более приспособленными и, соответственно, более интенсивно размножающимися.

- Таким образом, необходимой предпосылкой длительного существования данного объекта в условиях, которые все время меняются, служит его существование в виде популяции «немножко неодинаковых» копий, каждая из которых размножается тем лучше, чем более она адаптирована к условиям среды.

Обратите внимание, что в этой гипотезе нигде не конкретизирован механизм копирования и не оговорена материальная природа объекта. Не означает ли

это, что такая идеология годится не только для рассмотрения живых систем?

Другими словами, гипотеза «естественного отбора» фактически утверждает, что можно подобрать такую степень изменчивости среды и такое количество некоторым образом отличающихся друг от друга копий одного и того же объекта, что любое возможное изменение среды приведет к тому, что хотя бы несколько объектов будут «чувствовать» себя в новой среде лучше, чем раньше.

Обратите внимание, в рамках гипотезы никто не пытается утверждать, что к среде адаптируется каждый отдельный объект. Такой подход нереален, потому что по условиям задачи неизвестно, и, более того, в принципе невозможно знать, как именно поменяется среда в следующий, более или менее отдаленный момент. В случае же, когда популяция объектов способна адаптироваться, этого и не надо знать.

Еще раз отметим, что универсальный механизм обеспечения адаптации объекта к среде заключается в том, что «никакая из копий исходного объекта» не адаптирована стопроцентно, но любые внешние изменения не только губят часть копий, но и выявляют в популяции «не совсем одинаковых копий объекта» кого-нибудь, кому стало лучше и достаточно хорошо для того, чтобы он размножился и восстановил размер популяции особей. Поэтому в рамках такой гипотезы единицей эволюционного существования служит не один объект, а популяция объектов.

## **Общность исторического и ТРИЗ-подходов к описанию причин и закономерностей изменения технических систем со временем**

Законы развития технических систем в ТРИЗ сформулированы как обобщения эмпирических наблюдений, при отсутствии других объяснительных гипотез о причинах такого развития, кроме утилитарного утверждения, что так лучше для человека.

Идея, что человек изобретает любые системы, а рынок выбирает, какие из них больше подходят для людей, тоже не достаточно конструктивна, потому что если изобретают и отбирают одни и те же люди, то пусть они не будут дураками и сразу изобретают то, что потом отберут. Если это разные люди, то кто они? Сводятся ли законы техники просто к особенностям поведения тех групп, которые изобретают и отбирают? Кроме того, рынок выбирает из того, что уже есть, а как описать причину, по которой все это разнообразие технических систем в таком огромном количестве появилось?

Общая черта исторического и ТРИЗ-подходов состоит в том, что «отношение человека к технике» не сформулировано в эволюционных терминах. С точки зрения ТРИЗ человек существует одновременно как первопричина появления техники и конечная цель ее эволюции. Роль человека в том, что он создает и использует технику для улучшения своей жизни.

С одной стороны, ТРИЗ формулирует объективные законы эволюции техники и дает человеку инструмент влияния на эту эволюцию, таким образом, ограничивая произвольность его действий и повышая их эффективность.

С другой стороны, ТРИЗ не отрицает, что «цель разработки и существования любой технической системы — это удовлетворение потребностей человека» и не углубляется в проблемы, которые возникают при попытках объединить свободную волю человека-изобретателя и закономерное, а следовательно, не зависящее от капризов и воли отдельных умствующих индивидуумов развитие техники. (В очередной раз оговорюсь, это так настолько, насколько я знаком с предметом.)

Возникновение ТРИЗ и законов развития ТС можно назвать переходом от рассмотрения множества разрозненных конкретных изобретений к обобщенному понятию «техническая система» и анализу свойств, общих для всех ТС и закономерностей изменения этих свойств во времени. К сожалению, этого не произошло с другим участником процесса эволюции техники — творцом развития технических систем и объектов.

Глядя со стороны, можно только удивляться тому, что произошло. Можно было бы ожидать (по аналогии с тем, что было сделано с техникой), что нечто подобное будет проделано и с человеком — творцом техники. Например, определение тех ролей, исполнение которых человеком неразрывно связано с возможностью развития техники, или, другими словами, обезличивание человека и превращение людей в набор нескольких типов функциональных элементов, обеспечивающих эволюцию техники и участвующих в ней. Это могло бы привести к построению внутренне согласованного описания эволюции техники.

В ТРИЗ произошел обратный процесс. Вместо обезличивания и функционализации человека и его роли в эволюции техники, возникло описание творческой личности изобретателя и ее жизненной стратегии.

Исторический подход при описании судеб изобретателей и их изобретений проблем не имеет. Причины неудач изобретателя — это либо его недомыслие (другие в это же время или позже додумались, а он — нет), либо вина противников, которые помешали ему сделать то, что он мог бы сделать, либо (самый распространенный вариант объяснения) изобретение было сделано раньше времени, а поэтому никто ни в чем не виноват.

## **Роль человека в эволюции техники**

Так какую же эволюционную роль по отношению к технике надо приписать человеку, чтобы получилось полное и внутренне непротиворечивое описание эволюции техники?

Для того чтобы ввести человека в описание эволюции техники, нужна идея, которая объединит любые действия человека по отношению к техническим системам и объектам одной конечной целью.

В этой книге эволюционная роль человека определена следующим образом — «человек размножает простые технические идеи, комбинациями которых являются технические идеи, воплощенные в технические системы, на основе последних построены продукты,

каждый из которых представляет собой модификацию технической системы, удовлетворяющую требованиям как рынка, где этот продукт распространяется, так и потребителя этого продукта в специализированной нише».

Теория размножения технических организмов (ТРТО), которую мы будем разбирать в следующей книге, названа так потому, что в ее основе лежит понимание эволюции как вторичного процесса, который происходит для того, чтобы обеспечить первичный процесс — размножение.

В отличие от этого в рамках ТРИЗ разрешение противоречия между подсистемой, системой и надсистемой рассматривают как источник развития и эволюции без явного включения в этот процесс человека и его положения относительно системных уровней. Так происходит потому, что в ТРИЗ «отношение человека к технике» не сформулировано в эволюционных терминах. Человек существует где-то за кадром, и его очевидная роль состоит в том, что он использует технику для улучшения своей жизни.

Парадоксальным образом можно сказать, что ТРИЗ, формулируя объективные законы эволюции техники и рекомендуя человеку, как влиять на нее (т.е. ограничивая произвольность его действий), тем не менее остается антропоцентрической теорией, принимая, что «цель разработки и существования любой технической системы — удовлетворение потребностей человека».

С бытовой точки зрения это безусловная истина. Но эволюционные процессы имеют другой масштаб. Для того чтобы построить единое описание огромного количества разнообразных процессов, необходимо вычленить хотя бы одну довлеющую надо всем движущую силу процессов. В противном случае описание получится частным.

Если человек — хозяин техники, то он может наизобретать, если захочет, все, что ему угодно, и это правда. Но есть и другая правда — более 98% того, что люди не просто придумали, а даже запатентовали, истратив свои кровные денежки, никогда, никем, никак не ис-

пользуется, другими словами, не коммерциализуется. Хорош хозяин!

Но с другой стороны, этот же факт можно интерпретировать иначе: человек слаб по части угадывания того, что же на самом деле понадобится людям, но ведь людей так много, что даже малой части угаданного хватает, чтобы возник и существовал целый мир техники. А по какой же части тогда силен человек?

Я бы поставил этот вопрос по-другому. Какую роль надо приписать человеку, для того чтобы получилось полное и внутренне непротиворечивое описание эволюции техники?

Эту роль можно постулировать, построить описание, посмотреть на него, подумать, попробовать применить и, если оно работает, вернуться к роли человека и признать, что с эволюционной точки зрения все верно.

## **Эволюционируют размножающиеся организмы**

Эволюция — это накопление изменений, которое происходит во времени. На примере эволюции жизни можно видеть, что единственное средство устоять против любых внешних воздействий и изменений — копировать себя и, по мере необходимости, вносить в копию такие изменения, которые позволят ей выжить в условиях, в которых оригинал бы не выжил.

Но опыт описания эволюции жизни показывает, что и такая стратегия недостаточно эффективна. Выживать самому необязательно. Обязательно оставить потомство. Другими словами, размножение становится самоцелью и, с эволюционной точки зрения, единственной целью живого организма.

Вот это и есть фундамент, на котором построена теория размножения технических организмов — «эволюционируют размножающиеся организмы».

Получается, что размножение — первичный процесс, а эволюция — вторичный, цель которого поддерживать эффективность размножения. Но тогда возникает вопрос, а зачем размножаться?

Ответ однозначен — для того, чтобы заселить все доступное пространство. В биологии есть такие понятия — давление жизни, давление отбора. Главное содержание этого понятие легко почувствовать эмоционально — втиснуться всюду, где получится. В.И. Вернадский называл это «всюдность» жизни. Для этого надо постоянно меняться всеми возможными способами, потому что заранее в принципе нельзя знать, какое именно изменение куда именно позволит проникнуть.

Есть два пути решить эту задачу.

- Макроэволюция, т.е. сильное изменение за счет появления принципиально новых свойств, позволяющее резко изменить условия, в которых существование жизни становится возможным, например, жизнь вышла из моря на сушу, взлетела в воздух...

- Микроэволюция, т.е. изменения, которые сопровождают размножение и расселение какого-либо вида. Необходимость, меняясь, оставаться самим собой накладывает ограничения на микроэволюционные изменения. Другими словами, надо не потерять свою индивидуальность или, попросту говоря, некий набор базовых характеристик, который должен сохраняться при изменении всех остальных. Например, в современной теории эволюции жизни главное требование, которому должны удовлетворять особи одного вида — это способность, скрещиваясь, давать плодовитое потомство.

Таким образом, две основные силы, которые работают в процессах размножения и эволюции — это стремление сохранить индивидуальность (наследственность) и стремление измениться так, чтобы, размножаясь, проникнуть в новые места обитания, в новую среду (изменчивость).

Работает баланс двух независимых воздействий — изменчивость как потенциал размножения и распространения организма (она определяется в широком смысле этого слова, структурой организма) и отбор, который заключается в том, что внешние силы так и норовят уничтожить либо сам организм, либо его способность к размножению.



## «Обобщенный организм»

Описанная выше идеология слишком глобальна для того, чтобы работать только для систем, построенных из органических молекул (живых организмов). Она стимулирует введение понятия «обобщенный организм», который имеет все необходимые возможности и способности для размножения, но в материальном воплощении может быть «не живым». Более того, такой организм может не иметь материального воплощения и размножаться в форме «идейных конструкций» (культура, литературные произведения, мифы и т.д.). По этому поводу обратите внимание на появление и развитие новой науки — миметики.

Таким образом, одна из особенностей теории размножения технических организмов состоит в том, что процесс эволюции техники описан как вторичное явление, как следствие другого, более важного и общего процесса.

Эволюция жизни происходит в таких больших временных масштабах и с такой медленной скоростью, что прогнозирование дальнейшего хода изменений организмов практической роли не играет, за исключением, может быть, вирусов и бактерий, которые размножаются очень быстро.

В эволюции техники ситуация совсем иная. Основной интерес представляет именно предсказание, прогнозирование и даже контролируемая эволюция.

Поэтому в той же глобальной идеологии, которая была создана для описания эволюции жизни, технические организмы за счет другого временного и энергетического масштаба эволюции и других отношений между органами размножения и выживания позволяют решить задачу сознательного влияния на будущее техники.

Итак, главный вывод этой главы состоит в том, что существующая идеология описания эволюции живых организмов применима и для описания эволюции любых других организмов, материальных или идеальных, при условии, что они будут правильно идентифицированы и будут соответствовать обобщенной характеристике «организма, способного размножаться и эволюционировать».

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

## Как был построен эволюционный термин «техническая система»

**В** ЗАКЛЮЧЕНИИ кратко рассмотрим, каким образом менялся ответ на вопрос «Что такое техническая система?» в процессе проведенного нами анализа.

Первоначально мы ввели в определение ТС только одно новое утверждение, которое было обобщением очевидного факта, что любая ТС сделана человеком. В нашей формулировке мы определили, что ТС — «такая система, которая может быть сделана человеком». Это позволило нам назвать техническими не только искусственные, но и такие природные системы, которые возникают и существуют в масштабах пространства, времени и энергий, сравнимых с «масштабами человека». Все остальные системы, которые, по нашему определению, не являются ТС, — это или макромасштабные природные, или живые системы.

Далее, из всего разнообразия свойств, присущих живым системам, нам надо было выбрать такое ключевое свойство, которое позволяет одновременно и противопоставить, и объединить в одну взаимодополняющую пару определения живых и технических систем.

Для живых систем мы выбрали в качестве ключе-

вой характеристику «способность к саморазмножению».

То, что человек не может пока изготовить живую систему (а любую ТС, по определению, может), за такое ключевое отличие брать нельзя, потому что, например, такую простейшую и «почти живую» систему, как вирус, человек уже научился изготавливать из отдельных элементов. Другими словами, человек уже сделал вирусы, у которых не было «папы-мамы». Эти искусственные вирусы не являются копиями вирусов предыдущего поколения, они заново собраны в пробирке из отдельных молекул (*Science* 2002. 297. P. 1016–1018). Более того, современная наука не может указать принципиальные причины, согласно которым невозможно сотворить новую форму жизни из тех элементов, из которых собраны существующие формы жизни.

Далее мы наткнулись на замечательное и почти «древнегреческое по своей красоте» противоречие. Человек, очевидно не являясь технической системой, может «быть причиной появления» другого человека, который, следовательно, должен в соответствии с нашим определением называться «технической системой».

Выход из этого противоречия — идея разделить в человеке несознательные (животные) и сознательные (человеческие) действия. Другими словами, каждый человек обладает как «врожденными знаниями, которые биологически передаются по наследству», так и «приобретенными знаниями, которые он накапливает в процессе подражания и обучения и передавать биологически по наследству потомкам не может».

На этом основании мы ввели в определение ТС термин «сознательно» и получили, что ТС — «такая система, которая может быть сделана человеком в результате сознательных действий».

При таком решении противоречия человек как существо, которое для саморазмножения в сознательности не нуждается, под определение ТС не подпадает и соответствует только определению живого организма.

На заключительном этапе построения этого комплекса определений, для того чтобы сразу сравнить ТС с живой системой, мы ввели дополнительное утверждение — «ТС не обладает достаточной сложностью для того, чтобы быть способной к саморазмножению».

В конце концов мы пришли к следующему определению: «Техническая система — это любая система, которая может возникнуть за счет сознательных действий человека, но не обладает сложностью, достаточной для того, чтобы копировать себя без участия человека».

## **Ситуация интеллектуального соблазна**

Итак, мы получили комплекс взаимосвязанных определений, в которых совместно существуют такие, по-ученому выражаясь, «сущности», как «техническая система», «человек» и «живая система». Для нас принципиально важно, что все три сущности определены так, что соотнесены друг с другом. Это необходимо, чтобы потом построить единое описание эволюций этих сущностей.

Обратите внимание, что определения есть результат придиричского анализа понятия ТС. Однако в процессе анализа мы использовали вполне бытовое понимание того, что такое жизнь и живые системы. Можно ожидать, что после того, как в следующей книге мы обсудим существующие определения жизни и живых организмов, нам, может быть, придется внести уточнения и дополнения в эти определения, а уж затем обсуждать и сравнивать эволюцию жизни и технологий.

Исторически сложилось, что термин «техническая система» возник как обобщенное обозначение искусственных предметов, сделанных человеком. Естественно поэтому, что во все варианты определения ТС (в неявном виде как очевидность, не нуждающаяся в упоминании) входило условие, что ТС сделаны человеком. Потенциальное разнообразие свойств ТС практически не ограничено, поэтому со временем, по мере увеличения количества ТС, изобретенных и изготов-

ленных человеком, единственным общим их свойством осталось то, что они сделаны человеком.

Поэтому сейчас, когда мы можем, опираясь на технологическое могущество человека, утверждать, что он может изготовить практически любой природный объект, масштабы которого сравнимы с масштабами человека, мы оказались в ситуации интеллектуального соблазна.

Соблазн велик. Если удастся обосновать правомочность введения такого общего понятия, которое охватывает все виды природных и искусственных систем, копии которых могут быть изготовлены человеком, то это понятие может оказаться крае угольным камнем новой системы классификации природы. Взгляд на природу с высоты этого камня может оказаться очень странным, узким и, может быть, даже практически бесполезным, но это будет вариант цельного представления картины мира.

Однако один камень, образно выражаясь, — не черепаха, на него весь мир не взгромоздишь. Критерий «может быть сделано человеком» не достаточен уже хотя бы потому, что он ничего не говорит о тех системах, которые человеку не подвластны. Но как говаривал Жванецкий, «у нас с собой было!». Второй критерий, который мы обсуждали на этих страницах, от первого не зависит.

Напомню, что мы обсуждали такое деление мира на две части, при котором и сам человек оказывается объектом классификации. А именно: все системы делятся на те, которые способны к саморазмножению и которые — нет.

## Две формы жизни

Если использовать данные нами определения ТС и живых систем, то получается еще одно интересное следствие. Биосфера — это совокупность всех живых организмов или, другими словами, условий, вне которых она не может существовать.

В этом смысле, после того как в следующей книге мы сформулируем понятие «технический организм», в который входят как люди, так и ТС, мы сможем гово-

ритель о биотехносфере или технобиосфере, где существует совокупность двух видов жизней. Одна из них — это жизнь природных и модифицированных человеком живых саморазмножающихся организмов, другая — жизнь «технических организмов», составной частью которых является человек. Весьма противоречиво то, что человек как живой организм оказывается непонятно какой частью «технического организма» — то ли симбионт, то ли паразит, а может, и нечто новое.

Чтобы закончить первую часть книги не как домогренный философ, а как изобретатель, затрону еще один вопрос.

## Мать изобретения

Все знают крылатую фразу «Нужда есть мать изобретения». В английском варианте она звучит так: *«Necessity is the mother of invention»*.

Я всегда думал, что это народная мудрость, корнями уходящая в века. Но, покопавшись в Интернете, я обнаружил, что эти слова впервые были написаны Платоном в его «Республике». (Естественно, не исключено, что в устной речи так выражались и до него.) Дж. Свифт в комментариях к «Путешествиям Гулливера» приводит эту мудрость в другой редакции: *«The true creator is necessity, which is the mother of our invention»*.

Я понимаю, это так: «Необходимость — настоящий творец, ее можно назвать матерью изобретения». В современном русском языке смысл слова «изобретение» ужасен, и если вы попросите кого угодно привести пример изобретения, вам с большой вероятностью назовут что-нибудь «железное». А вот пример творца будет другой: что-нибудь гуманитарно-возвышенное!

20 мая 2004 г. Google на запрос «Necessity is the mother of invention» дал 22 600 ссылок, а на запрос «the mother of invention» — 38 500. Это очень много, если учесть, что на запрос «invention» он показал 3 590 000 ссылок. Конечно, публикации не обязательно перекрываются, но вполне можно ожидать, что в 1% всех публикаций, в которых каким-либо образом применяется слово «изобретение», авторы также упоминают

«мать» этого изобретения. На Рунете «мать изобретения» откликается 144 раза. Если учесть, что в среднем на Рунете в 100 раз меньше публикаций, то получается хорошее совпадение популярностей этой присказки в русско- и англоязычных культурах.

Для тех, кто работал, учился и жил при Советах, я нашел три варианта одного указания товарища М.И. Калинина изобретателям: «Надо изобретать не то, что хочется, а то, что ... требует наше социалистическое строительство.., нужно производству.., поручено...» В третьем варианте он, видимо, по Фрейду, проговорился. Но по сути, он от имени советской власти требовал одного: «изобретайте по нужде» и не умничайте.

Достаточно покопаться в Интернете 3—4 часа, для того чтобы обнаружить, как много умных людей поставили свои метки на утверждении, что необходимость — это мать изобретения. Опуская авторство, приведу некоторые из них в моем кратком пересказе или переводе.

- Если необходимость — мать изобретения, то
  - ♦ неудовлетворенность — отец прогресса;
  - ♦ бедность (нищета) — отец перспективы;
  - ♦ чувство ответственности — отец.
- Может быть, необходимость — это мать изобретения, но отец его определенно игра.
- Я не уверен в целесообразности стремления к полному удовлетворению потребностей человека. Удовлетворенность еще не служит гарантией эффективности, а скорее, совсем наоборот. Удовлетворенность не стимулирует творчество. Вот почему старая мудрость гласит: «Нужда — мать изобретения».

• Латинскими корнями слова «необходимость» (necessity) могут быть слова «не» (ne) и «идеальный» (cessare). Поэтому сказать «необходимость — мать изобретения» — это все равно что сказать «неидеальность» — мать изобретения и что цель изобретения — повысить идеальность. Следовательно, любое изобретение, которое не достигает этой цели, бесполезно.

- ♦ Те, кто знаком с ТРИЗ, могут легко увидеть много общего между этим утверждением и сформулиро-

ванным в ТРИЗ законом повышения идеальности системы в эволюции.

- Теперь, в отличие от прежних времен, потребность — не «мать изобретения». Мир движется быстрее. Для выживания в будущем, не говоря уже об успехе, мы должны быть впереди нашего потребителя! Инновации не приходят от потребителя. Откуда бы ему о них знать!

- Необходимость не является матерью изобретения. Благоприятная возможность — вот истинная мать его.

Два последних варианта — это хороший повод привести пример изобретения, описанного в журнале *Знание — сила* (№ 7—8. 1999).

Недаром говорят: «Необходимость — мать изобретения». Все, кто испытывает сильную жажду, мечтают хотя бы о глотке холодного напитка. Но, увы, он далеко не всегда под рукой. Южно-корейская фирма «Вилл-Бек и Ко., ЛТД» разработала первую в мире самоохлаждающуюся жестяную банку. Ее корпус снабжен мини-аппаратом, заполненным рефрижерантом. Согласно закону парообразования, освобожденный газ испаряется, вызывая понижение температуры напитка. Достаточно потянуть за тесемку, чтобы активизировать рефрижерант, который охладит пиво или газированный напиток всего за 90 секунд. Банка абсолютно безвредна для окружающей среды, поскольку рефрижерант не разрушает озоновый слой и безопасен для здоровья потребителей. Специалисты считают, что это изобретение революционизирует мировую промышленность напитков, технология которых еще ни разу не менялась с конца Первой мировой войны.

Ясно видно, что речь идет не о необходимости со стороны изобретателя, а о нужде потребителей, которые хотят пить холодный напиток. Это не тот случай, когда изобретатель, образно выражаясь, «голь, на выдумки хитра», и потому придумал новую банку. Другими словами, здесь «нужда потребителей» выступает как «благоприятная возможность» для изобретателя сделать такое изобретение, которое будет немедленно востребовано. Но сам изобретатель такой необхо-



димости не испытывает. А вот потребитель ее испытывает, что и заставляет его купить охлаждаемую банку.

Конечно, бывают случаи, когда изобретатель изобретает по своей собственной нужде и для себя лично. Но вероятность потом превратить такое изобретение в продукт, который будут покупать потребители, к сожалению, очень мала.

Банка с охлаждением — продукт на основе нескольких ПТС. Добавление одной из них (мини-аппарата, заполненного рефрижерантом) позволило получить новый, по сравнению с обычной банкой, продукт. Сам по себе этот мини-аппарат может быть тоже продуктом, который можно использовать в сочетании с разными ПТС для создания новых продуктов.

Понятия ПТС и продукт на основе ПТС позволяют посмотреть на народную мудрость о «матери изобретения» с неожиданной стороны. Очевидно, что после того как нужда появилась, уже поздно изобретать ПТС. Это, фактически, означает, что «изобретение» в практическом и бытовом понимании есть только создание новых продуктов на основе уже существующих ПТС. Ни на что другое нужда изобретателю не оставляет времени.

Но отсюда вытекает, что люди, которые создают или открывают ПТС, не имеющие в момент рождения практической пользы, с народной точки зрения в категорию изобретателей вообще не попадают или, того хуже, считаются бесполезными неудачниками, которые изобрели нечто раньше времени и, следовательно, зря.

Откройте в Интернете практически любой сайт о Леонардо да Винчи и убедитесь, что его безусловно называют изобретателем, и в качестве одного из его гениальных изобретений называют парашют, который он не только нарисовал, но и рассчитал. Один из вариантов перевода его записи о парашюте таков: «Когда у человека есть шатер из прокрахмаленного полотна, шириной в 12 локтей и вышиною в 12, он сможет бросаться с любой большой высоты без опасности для себя». В пересчете на метры получается именно тот

диапазон размеров, что имеют современные парашюты — около 7 м.

Нашелся энтузиаст, который в 2000 году построил и испытал такой парашют. Привожу фрагмент одного из описаний этого события.

Британский парашютист доказал, что один из титанов Возрождения — Леонардо да Винчи — был изобретателем первого действующего парашюта. Андриан Николас использовал приспособление, построенное по эскизу, который он обнаружил в записной книжке Леонардо 1485 года. Эскиз представляет собой фигуру в форме пирамиды, покрытую льном. Николас, находясь в Южной Африке, испробовал самодельный парашют, спустившись с высоты трех тысяч метров с воздушного шара (аэродинамики, между тем, говорили, что он никогда не сможет этого сделать).

Авторы-историки любят писать, что это изобретение опередило свое время. С нашей точки зрения, это «чистой воды» и достаточно редкий в своей однозначности случай, когда автор изобрел и описал простую техническую идею, по которой он, неизвестно почему, не построил ПТС. Но его описание ПТИ оказалось настолько конкретным и правильным, что через 500 лет по нему удалось построить работоспособную ПТС-парашют. То, что это была ПТС, а не продукт, видно, в частности, из следующего факта. Испытатель не рискнул приземляться на парашюте Леонардо да Винчи, потому что плавное и медленное падение вниз и управляемая посадка — это не одно и то же. Около поверхности Земли испытатель отстегнулся и приземлился на запасном парашюте, который был продуктом на основе той самой ПТС, которую изобрел Леонардо да Винчи.

Насколько мне известно, Леонардо да Винчи не выдвигал концепцию продукта на основе изобретенной им ПТС. Другими словами, он не предлагал, кто, откуда и зачем должен прыгать с парашютом, и не пытался изготавливать и продавать такие парашюты. Вот если бы он попытался поступить именно так, мы смело могли бы сказать, что он ошибся и что продукт, изобретенный им, оказался преждевременным и бесполез-

ным, а он не достиг своей цели. По нашей терминологии, он изобрел ПТИ—ПТС, а они не требуют внедрения — это самодостаточное интеллектуальное достижение, аналогичное научному открытию.

Я думаю, что народное отношение к изобретателю ПТС и изобретателю продукта на основе ПТС лучше всего сформулировал знаменитый американский юморист Сид Цезарь: «Тот, кто изобрел первое колесо, был идиот, а вот тот, который изобрел остальные три, был гений».

---

## *Часть II*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРВИЧНОГО ИЗОБРЕТЕНИЯ

---

## **ВВЕДЕНИЕ**

**Г**ЛАВЫ 5, 7 и 9 представляют собой конспективное описание содержания другой книги «Инкубатор первичных изобретений», которая опубликована одновременно с этой; но они помещены здесь для того, чтобы сохранить цельность изложения и упомянуть те мысли и факты, знание которых понадобится при чтении остальных глав.

## Глава 5

# ПЕРВИЧНОЕ ИЗОБРЕТЕНИЕ И ИЗОБРЕТАТЕЛЬ-ОТКРЫВАТЕЛЬ

**Л**ЮБАЯ идея, будучи правильно оформленной и защищенной, становится интеллектуальной собственностью автора. Она существует не сама по себе, а как часть иерархии АТИ, которые могут быть воплощены в многочисленные ПТИ—ПТС, поэтому защищать надо не одну идею, а всю их иерархию.

На наших глазах возникает новая ниша — изобретение интеллектуальной собственности, которую можно продать, не воплощая в материале, в виде бумаги, заключающей описание идеи, защищающей права автора на нее. Эта ниша появилась потому, что концепции новых технологий начали развиваться быстрее, чем их можно воплотить в материале.

Для тех, кто рассматривает в качестве конечного продукта своей деятельности интеллектуальную собственность, предложено название «изобретатель-открыватель». Любое изобретение когда-то впервые было описано. Такое описание в книге названо «первичным изобретением». Чужие первичные изобретения — это подножный корм изобретателя-открывателя.

Изобретатель-открыватель может:

- найти изобретение, которое описывает продукт, почти готовый к превращению из уникального в массовый;
- приложить к описанию этого изобретения алгоритм исследования первичного изобретения (и свои мозги);
- придумать альтернативную и патентоспособную концепцию, которая превратит этот продукт в массовый.

После этого новую концепцию надо будет продать инвестору (здесь уж как повезет). Как известно по патентному фонду, у изобретателей-решателей коммерциализуются только один-два патента из ста. Не факт, что у изобретателей-открывателей успех может быть намного больше.

Где искать первичное изобретение, которое описывает продукт, стоящий на пороге превращения из уникального в массовый? Один из претендентов — это новые научно-прикладные методы, относительно которых «есть мнение», что их применение может стать массовым.

Одной из целей исследования первичного изобретения может быть понимание концепции работы описанного в нем «уникального продукта» и изобретение альтернативной концепции «массового продукта».

## **Алгоритм работы с «первичным изобретением»**

1. Описать изобретение в таком виде, как оно появилось (в конкретных терминах с рисунками). Описание представляет собой первичное изобретение, которое может варьировать от «почеркушки на салфетке» до полноценного патента.

2. Построить предварительное описание ПТИ—ПТС, которое будет по мере необходимости уточняться в процессе дальнейшей работы.

3. Придумать, каким образом продукты, построенные на основе этой предварительной пары ПТИ—ПТС, могут «приносить пользу» людям.

4. Найти и описать другие продукты и известные способы «принесения той же пользы».

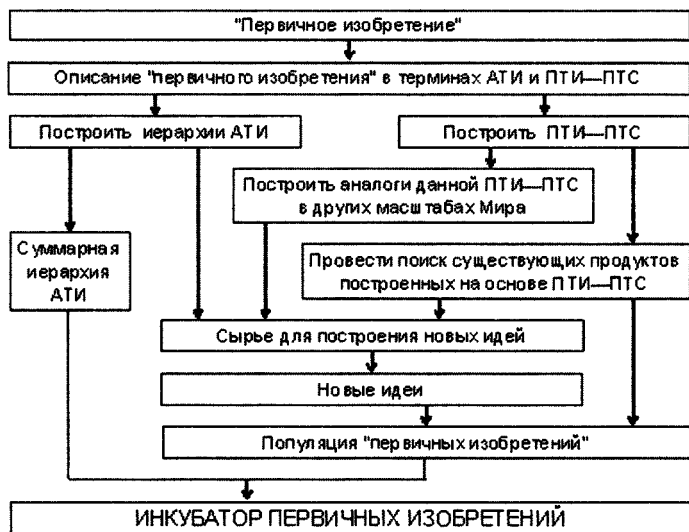
5. Проверить изобретение на новизну, сравнив его с найденными продуктами.

6. Определить, к какому масштабу мира относится первичное изобретение, и найти или изобрести остальные два масштабных аналога этого изобретения.

7. Построить иерархии абстрактно-технических идей.

8. Построить популяцию всех полученных в процессе исследования первичных изобретений.

Схематически процесс работы по алгоритму представлен на следующем рисунке.



Психологическая инерция служит источником сил и надежд, с которыми изобретатель на самой первой стадии приступает к разработке своей идеи. Отсутствие алгоритма такой разработки приводит к тому, что изобретатель, наткнувшись на первые сложности, бросает эту работу и кидается искать другую идею.

Любая идея — это всего лишь одна кость (а чаще всего — маленькая косточка) большого скелета, ценность

которого много больше, чем кучи составляющих его костей. Именно выяснение системы соединения этих костей дает качественно новую информацию, которую нельзя получить из одной изолированной кости (идеи).

На начальной стадии работы с новой идеей психологическая инерция выполняет очень важную защитную функцию. Она удерживает изобретателя от «растекания мыслями» и фокусирует его поисковые усилия вокруг исходной идеи. Главный вопрос: что именно делать и какова цель поиска? Главный ответ: *такая цель – не проверка идеи на правдоподобность и не ее внедрение*. Цель заключается в построении всего семейства родственников этой идеи, для того чтобы выбрать из этого семейства самую реальную и достойную для продажи и внедрения идею, родственную той исходной, на которую у изобретателя есть все права, потому что он ее первый придумал. После этого надо будет эти права сформулировать в таком виде, который позволит запатентовать если не все, то максимально возможное количество идей этого семейства. И после этого выбранную идею надо продавать.

Таким образом, для «изобретателя-открывателя» самое главное — не правдоподобность и внедряемость стартовой идеи, а ее новизна, которая позволит перенести всю или часть этой новизны на другую идею, последнюю уже можно будет продать.

Итак, вначале — новая идея, далее — семейство ее родственников, далее — система связей между родственниками. После этого: выбор идеи, которую можно защитить и продать; соединение исходной идеи с выбранной для продажи с помощью такого логического мостика, который подтвердит и усилит ее новизну. Далее, построение прототипа системы клэймов, которые могут защитить выбранную для продажи идею. (Собственно, клэйм патента — это не технологическое, а юридическое утверждение, поэтому его должен формулировать патентовед). Далее, демонстрация надежности защиты продаваемой идеи и построение основы для зонтичного патента. Вот идеология работы «изобретателя-открывателя».



Эволюционная причина неизбежного появления разновидностей «изобретателей-открывателей» состоит в том, что закон позволяет делать конкретное изобретение и формулировать его в такой общей форме, которая покрывает окрестности этого изобретения. А как далеко способен увидеть изобретатель, зависит не только от его глаз, но и от качества «подзорной трубы», если она у него есть.

## Глава 6

# ОТКУДА БЕРУТСЯ ИДЕИ. АНАЛОГИИ

### Аналогия 1

**Е**СЛИ воспользоваться аналогией и сказать, что мозги — *вода*, а идеи — *рыбы*, которые в воде плавают, то мы не знаем, откуда берутся *рыбы*, но знаем, как их ловить, и у нас есть инструменты для ловли. Но самое замечательное (и весь мой опыт изобретательства, методических разработок и обучения студентов — тому подтверждение) — «в этой *воде* у каждого человека плавает много больше *рыб-идей*, чем ему кажется».

Продолжая аналогию, можно сказать, что в нашей книге речь идет о смене парадигмы и переходе от удочки к сети.

### Аналогия 2

Другая аналогия: представим себе, что идея — это пирожок. В этом случае некий *пекарь* в подсознании лепит и жарит *пирожки-идеи*. ОТК-контролер оценивает и пропускает из подсознания в сознание только готовые *пирожки-идеи*. Как повысить эффективность этого процесса, если никто не знает, как *пекарь* работает и

как ему помочь (в предыдущей аналогии мы не знали, откуда берутся *рыбы-идеи*)?

В рамках такой аналогии успех обучения изобретательству можно интерпретировать как обучение *ОТК-контролера* «парадигме полуфабриката», а именно: он должен знать, что между временем появления *пирожка-идеи* и временем его использования есть время и возможности *дополнительно обработать* его и улучшить. Обученный *ОТК-контролер*, вместо того чтобы не пропускать в сознание неполноценные *пирожки-идеи*, будет пропускать их с пометками, например: сырой, надо дожарить; подгорел, надо срезать горелый уголок; тесто плохое, но начинка хороша, надо ее выковырнуть.

Но для того чтобы наш *ОТК-контролер* начал так оценивать *пирожки-идеи*, он должен поверить, что существуют правила такой *дополнительной обработки*, что они универсальны и любой обученный человек может их применять и, наконец, что хозяин, в голове у которого работает наш *пекарь*, тоже умеет это делать.

### Аналогия 3

Еще одна аналогия. Представим себе, что идея — это *человек*, который неизвестно как рождается в подсознании. Этот *человек-идея* хочет войти в сознание, но на его пути стоит *вахтер*, который не пропускает плохо одетых и нездоровых. Но если вахтера научить, что в сознании есть *магазин готовой одежды и аптека*, то он пропустит каждого *человека-идею*, который может самостоятельно передвигаться, даже если он хромот, кашляет и практически не одет.

Пропускная способность такого обученного *вахтера* будет определяться не только качеством исходной *идеи-человека*, но и богатством *магазина готовой одежды и аптеки со стандартными лекарствами*, которые стоят за спиной у *вахтера*.

### Обобщение аналогий

Обобщая все три аналогии, можно сформулировать тезис о том, что подсознание у всех людей генерирует

идеи, но у большинства их контроль на переходе из подсознания в сознание слишком строг и безразличен. Вахтер из предыдущей аналогии ведет себя не специфически, он просто проверяет — *соответствует ли новорожденная идея какому-то стандарту или нет*. Совершенно непонятно, как рождаются идеи и что это за вахтер такой, и как он работает, но стандарты в сознании, с которыми идет сравнение, понятны, потому что они появились у человека в голове в результате обучения (что вселяет надежду).

Обратите внимание, важны не новые знания, как изобретать, не новые талантливые мозги, а просто знание — «как дожимать» сырую идею и тренировка в применении этого знания. Я утверждаю, что одно это уже даст более высокий, чем сейчас, процент новых

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**И**ССЛЕДОВАНИЕ первичного изобретения — это, на первом этапе, упрощение первичного изобретения до ПТИ—ПТС, а на втором — построение иерархии отношений между абстрактно-техническими идеями, одним из воплощений чего служит эта ПТИ—ПТС.

В составе этой иерархии, как это описано в книге «Инкубатор первичных изобретений», мы получили множество новых ПТИ—ПТС, которые можно называть родственниками исходной ПТИ—ПТС. Они все «одного поля ягоды», поэтому могут подменять друг друга в составе какой-либо комплексной системы, и это один из путей эволюции техники.

Биология изучает разнообразие жизненных форм, которое существует независимо от людей, и задача биологов их классифицировать. В нашем случае мы должны такое разнообразие одновременно и построить, и описать в виде иерархии.

## **Два принципа объединения объектов в единое целое**

В этом месте я должен напомнить, что, кроме иерархии как принципа объединения объектов в единое целое, возможен еще и принцип комбинирования. В соответствии с ним мы можем объединять в единое целое такие объекты, которые отличаются друг от

друга и, может быть, даже не имеют ничего общего. Основой объединения служит то, что они способны, объединяясь в разных комбинациях, образовывать новые «жизнеспособные» объекты. Другими словами, формировать такие новообразованные комплексы, которые предпочитают не распадаться на исходные объекты, их породившие.

### **Пример: комбинаторика трех ПТИ—ПТС: трубка (пустотелая игла), сосуд и пробка**

Рассмотрим АТИ: «Два объема, в одном из которых находится жидкость, разделены стенкой; давление в объеме с жидкостью выше, чем в соседнем пустом объеме; если проколоть общую стенку, то жидкость из одного объема потечет в другой».

Например, в случае повреждения стенки кровеносного сосуда начинается кровотечение.

Как работает традиционный шприц, которым в большинстве российских поликлиник берут дозу крови из вены? После того, как вена проколота иглой, оттягивание поршня создает внутри шприца объем с пониженным давлением, в который начинает перетекать кровь из вены.

Можно построить первичное изобретение и описать в нем такой шприц для флеботомии (кровопускания из вены). Не буду приводить здесь эту иерархию, отмечу только, что в ней в качестве одной из ПТИ—ПТС легко получается другая концепция, которую с 40-х годов практикуют в США.

Согласно этой концепции, заранее изготавливают стеклянные пробирки, заткнутые резиновой пробкой, диаметр которых соответствует диаметру поршня шприца. Внутри пробирки создан вакуум. Шприц не имеет поршня, но в нем две иглы — одна снаружи, а другая внутри; фактически внутренняя игла — это продолжение наружной. Вначале наружную иглу вводят в вену, а затем, вставляя пробирку как поршень внутрь шприца, прокалывают резиновую пробку внутренней

иглой. В результате доза крови сразу попадает в закрытую стерильную пробирку.

Интересен следующий шаг эволюции, который также описан в иерархии АТИ. Между двумя иглами появляется длинная тонкая пластиковая прозрачная трубка. Это позволяет не вставлять пробирку внутрь шприца, а прокалывать ее снаружи, что намного безопаснее и обеспечивает набор нескольких доз в разные пробирки. Более того, в такой трубке реально сделать кран, который можно закрывать и открывать (или просто перегибать тонкую трубку). Следующая возможность, которая тоже присутствует в иерархии — вместо второй поставить пробку, которую прокалывать иглой шприца многократно и безболезненно для пациента. Более того в этой же иерархии появляются современные капельницы, которые позволяют понемногу добавлять в кровь различные растворы.

А теперь представьте себе, что все эти системы, которые в результате эволюции появлялись одна за другой в течение десятков лет, могли быть описаны сразу после демонстрации того, что заостренной трубкой (будущей иглой шприца) можно так проколоть вену, что кровь будет течь внутрь трубки. Для того чтобы получить такое описание, надо всего-навсего честно построить все возможные комбинации между новой ПТС (заостренная трубка, которую при желании можно рассматривать как гибрид иглы и трубки) и другими системами, давным-давно всем известными (трубка, сосуд и пробка).

Конечно, в «старые добрые времена» (медицинский шприц появился в середине XIX века) десятки лет эволюции от первой пустотелой иглы до капельницы были неизбежны. Скорость эволюции ограничивалась скоростью появления новых материалов (полимеры) и технологий (например, вакуумирование и стерилизация пробирок) и медицинскими знаниями. Но сегодня эти скорости колоссальны и, самое главное, накоплены в избытке и материалы, и технологии, и знания, которые получены порознь и просто ждут, когда их объединят в работающие ком-

бинации. Обычно эта мысль озвучена в словесной упаковке «междисциплинарные исследования». На нашем языке назовем это «комбинаторикой простых систем».

## **Вслед за иерархией идет комбинаторика**

Получается, что, создав иерархию АТИ, которая содержит множество ПТИ—ПТС, мы должны подумать о комбинаторике этих ПТИ—ПТС для того, чтобы построить две новых разновидности популяций.

- Одна из них — популяция продуктов на основе данной ПТИ—ПТС, которая получится за счет различных вариантов ее усложнения.

- Другая популяция — комплексные ПТИ—ПТС, которые получаются за счет комбинирования данной ПТИ—ПТС с не входящими в иерархию абстрактно-технических идей.

После того как мы накопим достаточное количество разнообразных иерархий АТИ, перед нами встанет задача более высокого уровня, а именно, классификация и систематизация различных АТИ, которые были построены независимо от друг друга в процессе перевода описаний разных «первичных изобретений» на новый язык.

Таким образом, все, что сделано в этой главе, — это всего-навсего перевод описания исходной идеи (первичного изобретения) с одного языка на другой. Этот другой язык оперирует такими понятиями, которые невозможно использовать, не уяснив, в чем суть изобретения, поэтому мы в этой сути разобрались и получили более широкое и глубокое описание нашей исходной идеи.



# ИНКУБАТОР ПЕРВИЧНЫХ ИЗОБРЕТЕНИЙ ИНТЕГРИРУЕТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНУЮ СОБСТВЕННОСТЬ

---

## Глава 7

# ИНКУБАТОР ПЕРВИЧНЫХ ИЗОБРЕТЕНИЙ

**П**ЕРВИЧНОЕ изобретение — это находка, оно такое, какое есть. Исследуя первичное изобретение, надо двигаться в сторону ПТИ—ПТС, и здесь нет практически никакого произвола, кроме того, что пару ПТИ—ПТС можно сделать более или менее конкретной.

А вот на каком уровне абстрактности АТИ остановиться, зависит полностью от изобретателя и его амбиций. Единственное условие состоит в том, что выбранная АТИ должна быть получена как часть иерархии. АТИ, выбранная изобретателем с учетом каких-то факторов и для достижения каких-то целей, становится объектом разработки на следующем уровне. Что делать с этой АТИ? Надо строить популяцию более конкретных АТИ, которые приведут к построению целой популяции пар ПТИ—ПТС и установлению отношений между ними.

Зачем нужна такая популяция? Для того, чтобы, во первых, построить популяцию продуктов для каждой из ПТИ—ПТС, и, во-вторых, чтобы построить популяцию новых комбинаций и гибридов между этими ПТИ—ПТС, которые затем, в свою очередь, могут быть превращены в продукты.

Очевидно, что это работа неподъемна для одного

человека, поэтому необходимо всю информацию организовать и хранить таким образом, чтобы разные люди в любой момент, когда им захочется, могли получить к ней доступ и понимали бы ее достаточно хорошо, для того чтобы работать со всеми ПТИ—ПТС и АТИ.

«Инкубатор первичных изобретений» — такой банк, в котором единицами хранения являются как «первичные изобретения», так и результаты их обработки, такие как исходная ПТИ—ПТС, из которой получена иерархия АТИ, из которой, в свою очередь, — популяция новых ПТИ—ПТС и новых первичных изобретений. Кроме того, в инкубаторе могут и должны храниться новые первичные изобретения, полученные разными методами, и в частности методами гибридизации идей в рамках новой концепции «продленное настоящее» (см. гл. 8).

Количество единиц хранения в таком инкубаторе с неизбежностью становится столь большим, что один человек за один прием не может их обработать. Это означает, что надо построить систему хранения этой информации и работы с ней, которая позволит каждому, кто входит в хранилище, выбрать любую точку (например, АТИ или ПТИ—ПТС) и посмотреть, какова «глубина проработки окрестностей этой точки», и либо воспользоваться для своих целей тем, что уже сделано, либо, выбрав точку, самому построить более детальную картину ее окрестностей.

Предметом продажи служит не одно изобретение, а права на интеллектуальную собственность, которая в общем виде описывает группу потенциально возможных изобретений, которые могут быть воплощены разными методами с использованием различных материалов, чтобы обеспечить определенные функции в различных условиях. Наиболее перспективный, с точки зрения изобретателя, вариант продукта должен быть представлен как иллюстрация, которая не исключает других вариантов.

Именно здесь возникает проблема. Кому и зачем это надо: огромное количество таких скрытых изобретений, которые не описаны в явном виде и которые не известно как получить и применять. Зачем они вообще нужны?

Аналогия: права на химическую переработку нефти

во времена, когда ее только сжигали и не было потребителей бензина, керосина и углеводородов для производства полимеров. В те времена расстояния от первичных изобретений до денег были длиннее, чем время жизни патента. Изобретатель-открыватель пытается играть на том, что срок, на который выдают патенты, остался прежним, а время от начала исследований до понимания практической ценности все больше и больше сокращается.

Более того, не забудьте, что главные надежды не на «чистые» пути, которые начинаются с «незнания», а на комбинаторные и гибридные. На этих путях о каждом компоненте первичного изобретения известно очень много. Неизвестно только, в какой комбинации, что и как получится. Но если практическая значимость комбинации или гибрида выяснится в течение срока действия патента, то разумным и приемлемым становится риск «взятия патента заранее и в самом начале, когда концепция только возникла и никаких принципиальных препятствий для ее осуществления обнаружено не было».

Претензии и амбиции автора определяют, какого уровня АТИ взять за «макушку крыши» в иерархии. Конкретизацией этого АТИ будет первичный предпатент (текст, написанный «технологическим языком» и предназначенный для перевода на «юридический язык» патентоведом). Далее, сравнением с патентным фондом можно определить, что уже занято, и «срезать крышу слоями», таким образом определяя разные похожие патенты одного уровня общности, и в конце концов выделить тот максимальный уровень общности новизны, на который можно претендовать.

## **Методы работы с инкубатором**

Главный метод работы с инкубатором — надо взять первичное изобретение из инкубатора и приложить к нему алгоритм исследования первичного изобретения, как это описано в книге «Инкубатор первичных изобретений». В результате получится новый инкубатор, а это первичное изобретение станет мостиком, который соединяет два инкубатора. В одном оно было ко-

нечным продуктом, а в другом — «исходным зерном», из которого вырос весь инкубатор.

Такие не связанные происхождением инкубаторы, независимо построенные вокруг разных первичных изобретений, могут быть объединены в один большой с банальным названием «суперинкубатор», в котором единицей хранения уже является не первичное изобретение, а инкубатор, построенный вокруг первичного изобретения.

С каждым первичным изобретением, извлеченным из инкубатора, можно работать, используя не только алгоритм, но и другие сильные методы, например, представленные на сайте [www.ideationtriz.com](http://www.ideationtriz.com) или описанные в книге «Инкубатор первичных изобретений».

Фактически это означает, что описание инструментов и «самоучитель игры» на этих инструментах должны быть составной частью суперинкубатора.

Инкубатор содержит не только первичные изобретения, но и пары ПТИ—ПТС, а также иерархии АТИ и описания популяций продуктов, построенных на основе ПТИ—ПТС. Это означает, что ПТИ—ПТС, упакованные в такой внутренне связный суперинкубатор, в котором все инкубаторы соединены с друг другом, служат полигоном для комбинаторного построения новых ПТИ—ПТС, составленных из уже известных.

Существенно, что те ПТИ—ПТС, которые будут использованы для комбинаторики — это не голые абстракции, высосанные из пальца, а работающие конструкции, образцы воплощения которых в первичные изобретения представлены в этом же инкубаторе.

## **Инкубатор первичных изобретений — колыбель эволюции технических систем**

Акт макроэволюции — это возникновение новой ПТИ—ПТС в результате комбинаторики и гибридизации из нескольких существующих ПТИ—ПТС, которые уже участвуют в микроэволюционных процессах в составе различных продуктов (более подробно об этом см. в следующей главе).

Частота появления новых ПТИ—ПТС может быть связана с общим количеством уже открытых и известных изобретателям ПТИ—ПТС, с количеством изобретателей и с интенсивностью их работы по комбинированию и гибридизации существующих ПТИ—ПТС.

«Инкубатор первичных изобретений» накапливает разные ПТИ—ПТС и позволяет строить из них комбинации и гибриды, сохраняя в памяти все промежуточные варианты; они могут быть использованы как рабочий материал для гибридизации с новыми ПТИ—ПТС, которые будут открыты позднее. Такой инкубатор — это уже не склад, но мастерская по производству новых ПТИ—ПТС. С этой точки зрения инкубатор, пользуясь биологической терминологией, подобен племенному заводу, на котором методами скрещивания получают новые породы, например дойных коров.

Называть изобретение новой ПТИ—ПТС, «направляемой макроэволюцией» (по аналогии с «направляемой микроэволюцией»), можно только условно, потому что непонятно, есть ли вообще у такой макроэволюции направление. Вроде бы очевидно, что ничто не мешает изобретателю придумать любую такую ПТИ—ПТС, которую «уже можно придумать на основе существующих знаний». Непонятно также, что послужит стимулом для придумывания новой ПТИ—ПТС. В случае микроэволюции стимулом для адаптационных изменений следует называть возможность заселить новую нишу.

## Глава 8

# ТРИ ПОДХОДА К РАБОТЕ С БУДУЩИМ

## Введение

**В**ВЕДЕНИЕ новых понятий — ПТИ—ПТС, АТИ и иерархия АТИ, продукт на основе ПТС и популяция продуктов; микроэволюция и макроэволюция технических систем — требует переопределить в этих новых терминах такие практически важные понятия, как «прогноз развития технической системы», ТРИЗ-прогноз и «направляемая эволюция».

Забегая вперед, я должен объяснить, почему эта глава так называется. Первоначальный заголовок был «Три стратегии описания эволюции технологий». Но в процессе работы выяснилось, что надо писать не о трех методах описания эволюции, а о трех подходах к работе с будущим.

Как мы увидим и подробно обсудим ниже, в «продленном настоящем» эволюции нет, и «линий эволюции» нет, и законов развития технических систем тоже нет, потому что нет перехода в «будущее», есть только «настоящее». Тем не менее работа в «настоящем», по определению, влияет на то, каким станет «будущее», и, следовательно, должна считаться вариантом работы с «будущим». Практически и конкретно формули-

руя, можно сказать, что в «настоящем» есть только комбинаторика тех ПТИ—ПТС, которые уже существуют. В то же время фокус в том, что с точки зрения диапазона времени «продленное настоящее» покрывает те самые 3—5 лет, на которых единственно и срабатывают (иногда и в какой-то мере) различные прогнозы и могут осуществиться краткосрочные сценарии «направляемой эволюции».

## Прогноз и ТРИЗ-прогноз

### Прогноз

В прогнозе уровень абстрагирования объекта эволюции ограничен традиционной формулировкой, описывающей, что собой представляет этот объект с точки зрения его практической значимости и вписанности в то окружение, где объект работает и вместе с которым эволюционирует. Например, автомобиль сам по себе, а паровоз сам по себе.

В прогнозе главное — это «персональная» тенденция или тренд эволюции объекта. Степень общности рассматриваемого объекта может быть разной, но обязательное условие — его внутренняя однородность.

Например, нельзя прогнозировать следующий шаг эволюции автомобиля, используя данные о том, как последовательно изменялись паровозы. Если же такие данные использовать, то надо называть объектом прогноза не автомобиль, а, например, такой наземный транспорт, который движется по специально организованной дороге, например по асфальту или по железной дороге.

Если прогнозист использует данные о том, как во времени меняются параметры самолетов, то он не может непосредственно прикладывать их к автомобилям. Он должен вначале говорить о прогнозировании развития транспорта, и лишь затем внутри этой общей тенденции — об автомобилях.

Как мы увидим ниже, в ТРИЗ-прогнозе ситуация иная. ТРИЗ-специалист может прикладывать так называемые «линии эволюции» к эволюции автомобиля и

прогнозировать следующие этапы, невзирая на то, что большая часть этой линии может быть была построена на основе примеров из эволюции самолетов.

Другими словами, прогноз — каждый раз упражнение персонализированное. Обычный прогнозист не имеет в руках универсального инструмента, который представлял бы собой абстрагированное обобщение ранее исследованных закономерностей эволюции, позволяющий делать общие выводы об эволюции конкретной системы.

Еще одна хорошо известная особенность прогноза — фактически его предметом служит не сама система, а ее параметры. Например, «скорость автомобилей возрастет, расход бензина на милю снизится» и т.д. ТРИЗ-прогноз, в отличие от этого, прогнозирует изменение не параметров, но принципов, на основе которых построена и работает система.

Используя новые понятия, можно сказать, что традиционный прогноз оперирует с такой категорией объектов, которая в этой книге названа «продукт, построенный на основе ПТИ—ПТС».

### ТРИЗ-прогноз

ТРИЗ-прогноз отличается тем, что он может рассматривать в качестве объекта эволюции не конкретный продукт, а абстракцию, в равной мере применимую к широкому кругу продуктов. Например, не автомобиль, а транспортное средство, а это может быть и автомобиль, и паровоз, и самолет. Благодаря этому появляется возможность выявления тенденций или трендов, они получили название «линии эволюции» и представляют собой обобщенные тенденции, построенные не для конкретных характеристик или параметров объектов, а для абстрактных принципов, на основе которых эти объекты работают.

Точка приложения «прогностических усилий» смещается с параметров, которые развивает объект, на принципы, на основе которых он построен и работает.

Это абсолютно ключевой момент, потому что принципы — это абстрактные понятия, которые могут быть



по-разному воплощены в материале, в результате чего превратятся в разные системы; но на абстрактном уровне эти системы — родственники, и эволюция их во многом сходна.

Таким образом, можно сказать, что ТРИЗ-прогноз оперирует объектами, которые в этой книге названы «абстрактно-технические идеи» (АТИ).

## Направляемая эволюция

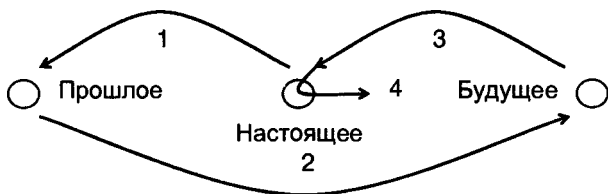
**Мимо настоящего.** В 1997 году я придумал и нарисовал графическую схему работы в рамках методологии «направляемой эволюции». Схема оказалась удачной и лаконичной. Коллеги ее подхватили, и общими усилиями она превратилась сейчас в визитную карточку этой методологии. Однако есть в нашей схеме нечто, до сих пор остающееся в тени. В то же время — это «нечто» было «то самое, за что шла борьба в момент создания этой схемы».

Я считаю, что это «нечто» и есть принципиальное отличие «направляемой эволюции» от остальных прогнозных методологий, таких как обычное прогнозирование и ТРИЗ-прогноз.

Идеология любого прогноза такова: охватить мысленным взором историю, увидеть тенденцию, которая идет из прошлого в настоящее, и продолжить ее в будущее. А теперь посмотрите на рисунок в том виде, в каком он появился на свет.

Ключевой момент этой схемы описан в следующем

Концепция «направляемая эволюция»



абзаце. Готовый рисунок можно интерпретировать как угодно, но я знаю, что хотел выразить, и помню, что был доволен, потому что схема получилась точной.

Главное отличие «направляемой эволюции» от остальных методов прогноза, и это видно на схеме, состоит в том, что мы идем *мимо настоящего*, фактически его игнорируя. Наша цель — «из прошлого в будущее тем путем, который *уже не состоялся*». Поэтому его бессмысленно примерять к настоящему.

Надо проскочить мимо и как можно дальше, и, если такое будущее нам нравится, вернуться в настоящее и начать поиск отправных точек для движения в тот вариант будущего, который был построен нами без отягощения себя реальностью в ее современном виде.

Но очень важно, прошу понимать и помнить, что мы начинали не с фантазии, а с реальности, какой она была некоторое время тому назад.

В этом смысле, если уж надо сравнивать «направляемую эволюцию» с обычным прогнозом, то стоит сказать, что мы отходим назад и находим стартовую площадку, которая лучше подходит для старта в будущее, потому что мы *знаем будущее этой площадки* и, находясь на ней, не стоим на краю неизвестности, и поэтому наше прогнозное движение может быть более осмысленным и надежным.

Изложенная схема еще раз с другой стороны показывает выделенную роль и позицию «настоящего» в любом эволюционном описании, цель которого не просто объяснить «это самое настоящее», но и продвинуться дальше.

Именно при таком подходе надо помнить, что «настоящее» — всего лишь один из конкурировавших вариантов «предыдущего будущего», который еще не закрепился настолько, чтобы быть однозначным и достаточно хорошо и надежно понятным. Это как болотная кочка, которая может выдержать толчок ногами прыгающего с нее путника, а может и нет, и шлепнется он тогда лицом в грязь. Если научиться отходить с «болота настоящего» на «сухой берег прошлого», с которого можно разбежаться и сигануть, то тогда и получится возможность перебора вариантов своего буду-

щего и его «контроля». Хотя самонадеянное слово «контроль» применительно к такой сложной и подвижной субстанции, и как будущее, мне кажется далеко не самым удачным понятием и термином.

**«Локальное изобретательство» и «направляемая эволюция».** «Локальное изобретательство» можно определить как работу с объектом в его ближайшей временной окрестности или, другими словами, с объектом, существующим в том самом настоящем, которое еще не стряхнуло с себя прошлое, но уже начало входить в будущее. Отношение к «настоящему» со стороны «локальной работы изобретателей» и «направляемой эволюции» дополняют друг друга. Цель «локального изобретательства» — развить, закрепить и усилить «настоящее» и превратить его в «будущее». Цель «направляемой эволюции» — украсть «будущее» у того «настоящего», которым сегодня владеет конкурент заказчика сервиса «направляемая эволюция».

Если весь предыдущий абзац считать длинным заголовком, то более подробно смысл его можно описать следующим образом.

Под словом «настоящее» я подразумеваю ту искусственную среду, которая существует в данный момент. Протяженность этого момента зависит от того, какие комбинации компонентов среды мы рассматриваем. Например, то время или события, которые относятся к настоящему в черной металлургии, для электроники — глубокая древность, потому что она эволюционирует гораздо быстрее, чем металлургия.

Это «настоящее» не бесхозно. Каждый фрагмент кому-то принадлежит. И этот кто-то имеет план превращения своего «настоящего» в свое «будущее».

Хозяева, владеющие разными фрагментами «настоящего», зависят друг от друга гораздо сильнее, чем им хотелось бы, потому что вся инфраструктура общества становится все более и более целостной и глобальной. Среди всевозможных отношений между разными хозяевами фрагментов «настоящего» для нас в этом рассмотрении наиболее важны отношения между конкурентами.

Рассмотрим такой фрагмент «настоящего» как, например, индустрию, выпускающую набор продуктов, которые через рынок попадают в определенный набор ниш, где их используют какие-то потребители.

Борьба между конкурентами идет за перераспределение влияния на этих потребителей. Первый, самый большой и сильный хозяин, который устойчиво владеет большей частью рынка, уверен в своем будущем и не нуждается в помощи со стороны изобретателей.

Второй и третий уверены меньше, но и они могут хотеть стабильности, потому что им есть, что терять. Поэтому они хотят укрепить свое «настоящее» так, чтобы оно гарантированно не ухудшилось. Если изобретатели получают такой заказ, они должны будут искать пути укрепления не только того фрагмента «настоящего», которым владеет их заказчик, но и того расклада сил, который уже сложился. Другими словами, они должны будут обеспечить «будущее» тому «настоящему», которое сложилось на сегодняшний день. В этом случае переход в будущее должен быть плавным, традиционным и спокойным.

Но уже третий или четвертый по размерам хозяин, амбиции которого не удовлетворены, может захотеть передела. Он хочет, другими словами, начав со своего «настоящего», превратить его в гораздо большее «будущее». Где же его взять, если, как мы видели, общий размер рынка и количество потребителей ограничены? Только украсть, «увести прямо из стойла», перехватить или ... назовите как угодно.

Вот и получается, что, работая с одной и той же реальностью, изобретатель может иметь с точки зрения этой совокупной реальности два взаимоисключающих задания: либо «законсервировать ситуацию» и обеспечить продолжение стабильного развития, либо «контролируемо взорвать» ситуацию и стартовать реакцию (которая может выйти из-под контроля и оказаться цепной).

Пройти мимо «настоящего» означает, начав с некоего фрагмента «настоящего», привлечь для построения его «будущего» те ресурсы, которые сегодня не используют конкуренты. Поэтому в процессе поиска ресурсов реальность сегодняшнего дня не играет определяющей роли.

Она станет решающей, когда дело дойдет до выбора средств из уже собранной и построенной популяции возможностей развития и вариантов того «будущего», в которое надо перекинуть мостик из «настоящего».

Но в то же время новые предложения не должны быть совершенно посторонними. Должно быть видно, что они вырастают из того же прошлого, из которого выросло все рассматриваемое «настоящее».

Такое понимание «настоящего» делает практически осмысленным формулирование двух взаимодополняющих подходов: «локальное изобретательство», которое работает в «настоящем», и «направляемая эволюция», которая проходит мимо этого «настоящего».

**Две эволюции: «направляемая» и «реконструированная».** Оба вида эволюционного описания объекта — «направляемая эволюция» и «реконструированная эволюция», предполагают построение совокупности различных сценариев как будущей эволюции, так и предыдущей.

Если представление о вероятностном характере будущей эволюции и возможности построения многих сценариев ее развития не вызывают недоумения, то «реконструированная эволюция» — неоднозначное, более сложное понятие.

В прямом смысле этого слова в прошлом был реализован только один из тех возможных вариантов эволюции, которые могли бы быть предсказаны из еще более далекого прошлого.

Зачем же нам тогда реконструировать те варианты, которых заведомо не было, ведь история не имеет солагательного наклона, что было, то было. Другими словами, что толку сочинять разные пути эволюции объекта, которые могли бы реализоваться при тех условиях и возможностях, которых, очевидно, в то время не было?

Уже в таком повороте вопроса видна часть ответа. Да, в то время не было, но сейчас, может быть, уже есть? Нельзя ли этим воспользоваться?

**Два ответа на вопрос, зачем нам две эволюции?** Во-первых, и это практически важно — реконструкция эво-

люции необходима для поиска и выбора стартовой площадки для запуска «направляемой эволюции».

Развитие многих концепций, которые проиграли гонку одному победителю, было остановлено в связи с какими-то препятствиями, которые им не удалось преодолеть. Очень может быть, что хотя бы часть этих препятствий к настоящему моменту уже устранена «попутно и мимоходом» благодаря развитию других концепций. Надо проверить, не открылось ли направление, на котором легко построить столбовую дорогу и проскочить на ней вперед в обход конкурентов. По крайней мере, мой личный опыт показывает, что это далеко не редкий случай.

Во-вторых, одна из задач состоит не только в том, чтобы решить проблему эволюционного уровня, но и в том, чтобы научить изобретателя находить и решать задачи такого масштаба. Для этого необходим полигон, на котором можно показывать разнообразие возможностей эволюции.

Любой объект, представляющий практический интерес, имеет свою историю и, следовательно, вокруг этой реально осуществившейся «жизни объекта» можно построить множество вариантов эволюции, которые по каким-то причинам не реализовались. Абстрактное умение строить такие варианты — это практическое умение находить ресурсы, с помощью которых можно решать важные в прикладном отношении эволюционные задачи.

Направляемая эволюция, как и ТРИЗ-прогноз, оперирует понятиями АТИ.

Таким образом, она концептуально отличается от прогноза и ТРИЗ-прогноза. Главное отличие в том, что путь из прошлого в будущее прокладывается не сквозь настоящее, а в обход него, как это показано на схематическом рисунке (с. 192).

## **«Продленное настоящее»**

Эта стратегия принципиально отличается и от прогноза и от направляемой эволюции. В ней отсутствуют понятия прошлое и будущее. Прошлого не было, а

будущего нет. Есть только настоящее, но оно представляет собой не мгновение, а протяженный промежуток времени.

**Жизнь по плану.** Так, человек, живущий по плану, не рассматривает момент начала своих действий как прошлое, а момент достижения цели — как будущее. Для него весь путь — это настоящее, в котором каждый момент определяется, воспринимается и оценивается со ссылкой на начало и на желаемый конец.

Вот это и есть «продленное настоящее», в котором для себя человек может «менять» не только настоящее и будущее, но и прошлое, потому что он с самого начала назначает не одну-единственную цель, а набор близких целей, к которым ведет много близких путей, и движется он сразу по нескольким путям.

Ключевое для этого утверждения действие «менять» надо понимать не как физическое изменение, а как переоценку значимости того, что случилось в прошлом, для жизни в настоящем. Например, в Советском Союзе я лично знал инженера, который скрывал свое высшее образование, потому что как рабочий он мог зарабатывать сдельно, а как инженер имел право только на мизерный оклад.

Используя аналогию, можно сказать, что такой человек идет не по внешней поверхности узкой трубы, а внутри широкой трубы, в которой правило «шаг влево, шаг вправо — это побег» не работает, но, тем не менее, сильное отклонение вбок приводит к тому, что он скатывается обратно. Такой путь правильнее называть не линией или траекторией, а набором разрешенных траекторий.

Например, к высокой должности может привести и хорошая учеба, и удачная женитьба, и случайная встреча с большим начальником. Когда цель достигнута, путь к ней в равной мере по желанию путника может быть описан как движение по любой из этих дорожек. И будет наш путник в зависимости от того, что он ожидает впереди, представлять свой предыдущий путь либо так, либо эдак. И опираясь на этот вариант прошлого как на основной, он будет вести себя так, словно другого прошлого и не было.

Однако резко изменившиеся обстоятельства могут потребовать перехода к другому варианту своей истории. Какое количество потомственных дворян вдруг обнаружилось в России после перестройки и распада Союза? Наверное, не меньше, чем количество людей, которые вместе с Лениным носили бревно на субботнике. В таком поведении нет прошлого и будущего. В каждый «текущий момент» все, что было в прошлом, — это материал для того, чтобы оптимально проложить путь к тому, что маячит впереди.

В рамках такого подхода, например, у СССР не было ни прошлого, ни будущего. В каждый момент, в соответствии с линией партии, переписывались и история СССР, и история КПСС, и цели. Все, что происходило в СССР, было только «продленное настоящее», в котором все прошлые и будущие события находились под контролем, потому что их описывали и интерпретировали так, как надо сейчас.

**Работа по плану и быстрее.** Большой проект планируют на годы вперед. Например, программа полета на Луну была запланирована на 10 лет. Каждый участник знал, что он должен делать в течение этих лет. При этом он исходил из того, что все остальные участники свою работу фактически уже сделали. Почему? Потому что, когда время подойдет и ему понадобится «не-что», он его получит, хотя в данный момент этого «не-что» еще нет. Но ему пока и не надо. Поэтому, есть оно в данный момент или нет, для него «без разницы». Другими словами, если бы это «нечто» было готово, оно все равно лежало бы на складе и ждало своего времени. Поэтому нет никакой разницы, существует это «не-что» в «настоящем времени» или появится в будущем, которое наступит, например, через несколько лет.

При такой постановке вопроса весь промежуток времени, в течение которого разворачивается проект, — это для каждого участника уже «настоящее время» по всем пунктам, кроме того, который он лично должен обеспечить. Получается, что он один движется во времени и в неопределенности, решая проблемы по мере их возникновения, а все остальные, с точ-



ки зрения его потребностей, стоят на месте уже, сделав фактически все, что ему понадобится, и ждут, когда он потребует «нечто». И тогда он его получит в готовом виде.

Но! Именно здесь ключевой момент. Все это так, если все движутся во времени с пазначенной скоростью. Представьте себе, что кто-то один сработает со скоростью в 10 раз большей, чем положено, и не только сделает свое дело, но и найдет другие альтернативные варианты решения тех задач, которые другие участники еще только решают. В таком случае, например, к моменту окончания проекта он может найти решение, которое сделает работу и результаты всех остальных участников ненужными.

Конечно, в проекте, постоянно координируемым из одного центра, в котором информация обо всех доступна всем, такое невозможно. Но так ли обстоит дело, например, для конкурентов, которые разными путями пытаются оттяпать каждый себе кусок рынка побольше?

Можно в качестве аналогии вспомнить ситуацию из фантастики, когда время останавливается для всех, кроме главного героя. Люди все неподвижны, а он ходит между ними и действует. Мгновение для тех людей — сколь угодно долгий промежуток времени для нашего героя. Ту же ситуацию можно интерпретировать и по-другому. Для всех людей время течет с обычной скоростью, а для главного героя начинает двигаться ускоренно, и поэтому за одно мгновение для людей он может натворить много дел. Иметь свое настоящее продленным — значит иметь возможность перепробовать массу вариантов за то время, когда конкуренты смогут испытать только один.

Для практически мыслящих людей я могу дать другую аналогию — не надо останавливать чужое время или ускорять свое, а надо лишь в нормальном времени побыстрее двигаться, и уже будет эффект. Продолжая эту аналогию, представьте себе, что все ходят пешком по дорогам с котомкой, а вы летаете на самолете. Стратегия «продленное настоящее» в описании, интерпретации и использовании процесса эволюции тех-

нологий в практических целях подобна этому варианту.

Владение инструментами исследования первичного изобретения позволяет построить и рассмотреть множество новых его вариантов «прямо сейчас» за короткий промежуток времени. Это позволяет говорить, что находка сделана в настоящем. При естественном ходе событий такой промежуток растянулся бы во много раз и находка была бы сделана уже в будущем.

### **ТРИЗ-прогноз и направляемая эволюция. В чем отличие от «продленного настоящего»?**

Когда мы делаем прогноз или направляемую эволюцию, мы используем эволюционные понятия и закономерности, например линии эволюции, которые позволяют сфокусировать усилия изобретателя. Как результат такой работы, мы тоже получаем решения, которые иначе «сами по себе» появились бы только в будущем.

В чем же разница между подходами? Во-первых, в разных концепциях фокусирования усилий изобретателя. Второе отличие мы обсудим ниже.

ТРИЗ-прогноз и направляемая эволюция, указывая, что надо делать, обосновывают это тем, что уже происходило в прошлом на предыдущих этапах эволюции и по этой причине должно произойти и в будущем. Именно поэтому, в частности, промежуток времени, на который можно предсказывать или предлагать, не такой длинный, как хотелось бы.

Эволюция все более и более становится пелинейной, и уверенность в том, что развитие будет продолжаться именно так (по определенной линии), как мы это сейчас (на основе предыдущего опыта) сформулировали, с годами не увеличивается.

Например, в ранней ТРИЗ один из законов развития технических систем был сформулирован как «переход на микроуровень». В соответствии таким законом изобретатель атомного силового микроскопа поступил неправильно. Другими словами, если бы изоб-

ретатель знал ТРИЗ и следовал его законам, он должен был бы забраковать свою идею, потому что она стояла как бы «поперек пути эволюции». Короче, он не сделал бы свое изобретение, потому что появился этот микроскоп после светового и электронного, но никаких микрочастиц не использует. Это просто «граммофон» с очень маленькой иглой, которая движется по поверхности и, следуя всем неровностям, их выявляет. В результате можно не только визуализировать такие детали поверхности, которые недоступны световому и даже электронному микроскопу, но и воздействовать на эту поверхность.

Концепция «продленного настоящего» отличается тем, что не ссылается на внешние события, которые были или будут. Она утверждает, что все, что надо, уже есть. И то, что надо делать, это комбинаторика. Следует создавать новые варианты, комбинируя и гибридизируя существующие.

В этом месте появляется специфика. Прodelывать это надо с ПТИ—ПТС и АТИ, но не с продуктами на основе ПТС. Это значит, что надо создавать комбинации и гибриды ПТИ—ПТС и на их основе придумывать новые популяции продуктов.

## **Гибридизация простых систем**

С точки зрения методологии гибридизации технических систем утверждение звучит так: прежде чем лепить гибрид, надо обе гибридизируемые системы упростить до состояния ПТИ—ПТС и затем из них с привлечением, если нужно, других ПТИ—ПТС создавать комбинации и гибриды, а уж потом превращать эти ПТИ—ПТС в продукты.

Другими словами, нет такого привычного для гибридизаторов переноса свойств, признаков или подсистем из одной системы в другую. Каждая система должна быть вначале упрощена до ПТИ—ПТС, т.е. до такого состояния, когда из нее уже нельзя ничего забрать и куда-нибудь перенести. Получается другая идеология гибридизации: ничего никуда не переносить, но либо объединять две или более ПТИ—ПТС в новую комби-

нацию, либо гибридизировать их таким образом, что часть одной ПТИ—ПТС начинает выполнять функции, которые прежде исполняла часть другой ПТИ—ПТС, что позволяет эту часть изменить или удалить.

## **Сравнение и совместное применение трех подходов к работе с будущим**

**Прогноз, ТРИЗ-прогноз, направляемая эволюция.** Сначала надо в рамках «прогноза» выявить совокупность параметров рассматриваемой системы, которые закономерно меняются.

Далее, следует определить, в каких конкретных изобретениях эти изменения параметров описаны и в каких патентах защищены, а после этого посмотреть на эти патенты и установить, ценой каких изменений системы это улучшение параметров достигнуто.

Из опыта ТРИЗ мы знаем, что для каждого эволюционного изменения ТС можно выявить или заново построить линию эволюции, которой это изменение принадлежит. Другими словами, каждое конкретное изменение в технической системе можно локализовать на определенной линии эволюции, потому что оно является этапом в последовательности изменений, происходящих с системой во времени.

Таким образом, используя данные прогноза, выявляющего, какие параметры системы меняются, можно отобрать те линии эволюции, вдоль которых происходит изменение рассматриваемой системы.

Этот набор линий надо использовать для построения «паутины эволюции», где представлена серия патентов, каждый из которых использовал предыдущий патент как прототип.

Как видно в Дополнении 1 (с. 217–223), на такой «паутине» можно обнаружить, по каким линиям эволюционное движение системы затормозилось или, образно выражаясь, на пути системы образовался затор, который она в результате естественных усилий стихийных изобретателей преодолеть не может. Диаграмма показывает, что по остальным направлениям в каждом следующем патенте представлены улучшения, а по это-

му направлению — нет. В терминах ТРИЗ-прогноза это означает, что прорыв по этой линии, когда он произойдет, приведет, как минимум, к резкому улучшению системы или даже к переходу на новую парадигму.

Итак:

- прогноз выявляет параметры;
- используя их, ТРИЗ-прогноз выявляет линии эволюции, по которым обязательно произойдет (со временем) прорыв, потому что в предыдущей эволюции система по ним двигалась мало или «попала в затор»;
- «направляемая эволюция», работая в направлении, которое предлагает эта линия эволюции, дает конкретные предложения с решениями, как разрушить этот «затор». Эти решения объективно выгодны и эффективны, потому что они выявлены и предложены с помощью трех инструментов, которые адекватно работают каждый в своей области.

**При чем тут «продленное настоящее»?** Для него нет прошлого и будущего, а следовательно, нет прогнозов и направлений эволюции. Что нового дает этот подход по сравнению с триадой «прогноз, ТРИЗ-прогноз, направляемая эволюция», которые определяют и показывают направление движения «рукотворной реки эволюции» данного продукта?

Хорошее сравнение с рекой (знать бы, откуда и почему оно выскочило!) мгновенно наводит на мысль, что скорость течения реки и ее полноводность от направления не зависят. Они зависят от состояния того источника, из которого река берет начало, и от уклона местности, по которой она течет (например, с горы или по равнине). Но и это не все. Как много воды в источнике? Как быстро он иссякнет? Никакой прогноз параметров и направлений, никакая работа только с теми факторами, которые создали и определяют направление движения реки, не могут дать ответа на эти вопросы.

Ответ на такие вопросы дает подход «продленное настоящее». Давайте еще раз вспомним, в чем он заключается. Прежде всего надо выявить популяции рассматриваемых продуктов и построить ПТИ—

ПТС, которых получится существенно меньше, чем вариантов продуктов, построенных на их основе. Далее, в зависимости от амбиций изобретателя проделать то же самое с большим или меньшим количеством популяций различных продуктов, которые влияют или могут влиять на эволюцию того продукта, который мы исследуем. Более того, можно выбрать такие продукты, влияние которых сегодня ничтожно мало, но мы по каким-то причинам хотим его усилить.

После всех этих действий количество и разнообразие независимых ПТИ—ПТС будет по-прежнему ограничено, представляя собой десятки, но не тысячи вариантов. А следовательно, построение популяции гибридов и комбинаций этих ПТИ—ПТС становится реальной задачей.

Суперинкубатор первичных изобретений, построенных на основе таких гибридов и комбинаций, — это и есть потенциал движения той «рукотворной рски эволюции», о которой говорилось выше.

## **Направляемая эволюция, продленное настоящее и инкубатор первичных изобретений**

В традиционном представлении об эволюции протяженность настоящего никак и ни на что не влияет. Скорость эволюционно значимых событий и изменений считается такой маленькой, а инерция такой большой, что даже если не считать настоящее одним мгновением, то в конце «продленного (протяженного) настоящего» не может случиться ничего, что было бы невозможно предсказать в его начале, т.е. в ближайшем прошлом.

Тому, что скорость изменений действительно мала, есть по крайней мере две независимых причины. Во-первых, мала скорость возникновения новых комбинаций, способных породить неожиданно новое или неожиданно сильно изменить ключевые параметры известных объектов или процессов.

Во-вторых, есть общая инерция существования

больших систем, состоящих из многих элементов, сложно взаимодействующих друг с другом через множество связей. В таких системах всегда есть обходные или альтернативные, или запасные пути, которые автоматически или сознательно включаются, когда надо. Если скорость срабатывания этих переключений выше, чем скорость возникновения нежелательных и неожиданных изменений, то система может не разрушиться. Эта же инерция может просто задавить возникшие нежелательные изменения тем, что проигнорирует их, и они затухнут, не развившись и не распространившись. Известно, например, что в больших корпорациях время, необходимое, чтобы принятое на самом верху решение, хотя бы немного меняющее курс всей корпорации, воплотилось в жизнь, пройдя через все уровни организации и повлияв на их работу, как это было задумано в решении, достигает нескольких лет.

На диаграмме, показывающей концепцию направляемой эволюции (с. 210), видно, что линия возврата из будущего в настоящее, не теряя своей непрерывности внутри настоящего, поворачивается и выходит наружу из настоящего в ближайшее будущее.

Это еще один замечательный пример психологической инерции, плодотворность которой я, можно сказать, воспел во второй части. Такая траектория движения показывает полное непонимание того, что настоящее — это не мгновение, а протяженность. И хорошо, что такое непонимание продолжалось достаточно долго, чтобы проработать другие аспекты методологии «направляемая эволюция».

Имея сегодня множество примеров успешного применения описанной методологии, мы можем поставить вопрос таким образом: что будет, если мы не будем показывать и выносить в ближайшее будущее все те новые возможности, которые насочиняли? Ведь что значит вынести их и показать? Это значит — составить возможные сценарии будущего на основе одних только предположений и противопоставить сценарии реальным планам движения в будущее, которые есть у других людей. Неужели не очевидно, кто победит?

А представьте себе, что мы, работая в рамках «направляемой эволюции», вернемся из будущего не в настоящее, а в «продленное настоящее» и не будем из него выходить в ближайшее будущее до тех пор, пока не сформируем нового игрока на эволюционном поле. Такого игрока не было в прошлом, и следовательно, никто о нем ничего не знает. Времени в продленном настоящем для тех, кто, применяя новые методы, работает быстро, более чем достаточно и для того, чтобы сочинить, и для того, чтобы защитить свои новые концепции, подав заявку на патент. В результате на поле эволюции появится не план и сценарий, что можно игнорировать, а полноценный игрок, у которого нет своих ресурсов для эволюции, но зато его может купить средний по размерам, но агрессивный конкурент, таким образом потеснив большую «гориллу» (так принято называть самую большую и сильную компанию на рынке).

Итак, применение методологии направляемой эволюции приводит к возможности выбрать в продленном настоящем наиболее чувствительную и минимально инерционную область и резко увеличить скорость возникновения в ней новых комбинаций.

Я думаю, что главная сила «направляемой эволюции» не в том, что она способна быстро находить и предлагать новые сценарии будущего. Неважно, как быстро был сделан сценарий, если реализовывать его надо по тем же правилам и теми же средствами, которыми сегодня реализуется «будущее», вытекающее из «точечного настоящего». У такого «сценария будущего» нет и не может быть таких, накапливаемых во времени, преимуществ, как согласованность с интересами разных участников будущего, поддержка и практическое знание среды и т.д. Поэтому для такого сценария всегда остается вспомогательная роль — подправить и усилить существующие планы в той мере, в какой заинтересованные участники согласятся. Именно поэтому к непредсказуемым последствиям и переделке рынка этот сценарий, скорее всего, привести не сможет.

Совсем другое дело — применение результатов «на-



правляемой эволюции» внутри «продленного настоящего». Последствия могут быть абсолютно неожиданными для всех крупных участников. Размеры и сила динозавра не столько помогут ему, сколько погубят, если неожиданно выяснится, что его пища исчезла. Он слишком большой для того, чтобы успеть найти себе новый вид еды. Иными словами, если появятся права на производство нового альтернативного продукта, то большой производитель основного продукта не только захочет, но будет вынужден купить его «с потрохами» и до того, как владелец этих прав наберет силу.

Таким образом, *используя инструменты и результаты, полученные при анализе перехода «из прошлого в будущее мимо настоящего», можно изменить настоящее, используя его протяженность*. В результате этого можно ввести в сценарий будущего «нового игрока», которого не было в прошлом и о котором поэтому никто не знает и в своих планах на будущее не предусматривает и не учитывает. Права на этого игрока принадлежат изобретателям. Игрок создан в пределах и внутри «продленного настоящего» без перехода в будущее и вне зависимости от «запланированного будущего», т.е. без влияния тех игроков, кому запланированное будущее уже принадлежит сегодня.

Все эти рассуждения и ожидания не стоили бы выеденного яйца, если бы не существовали независимые инвесторы, которые из денег делают деньги. Изобретателям не надо ходить уговаривать ключевых игроков на поле эволюции, им надо убедить сравнительно постороннего дядю-инвестора и продать ему свои права на «нового игрока».

По первому, но, к счастью, ошибочному, впечатлению такое практически одномоментное появление на поле эволюции нового и полноправного игрока должно разрушить существующие инфраструктурные связи и нанести больше вреда, чем пользы.

Преимущество, сила и красота результатов применения направляемой эволюции в пространстве «продленного настоящего» заключаются в том, что они получены, благодаря выявлению *новых наборов связей*. В

этом смысле новые решения не разрушают существующие связи, но уменьшают перспективы их развития и предлагают новые, более эффективные, связи.

Предположим, что все предыдущие рассуждения имеют смысл. Ну и что? О каких результатах направляемой эволюции идет речь и как из них лепить «нового игрока на поле эволюции» не метафорически, а практически, в реальной жизни?

Результаты — это первичные изобретения, полученные в процессе выполнения «направляемой эволюции». Каждое изобретение надо превратить в инкубатор теми способами, которые показаны в моей книге «Инкубатор первичных изобретений», и соединить все инкубаторы в один суперинкубатор.

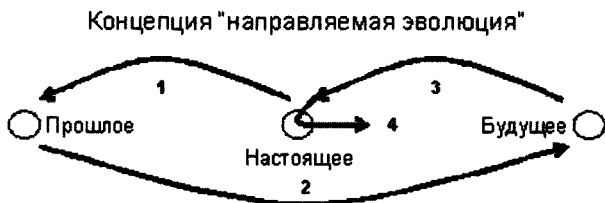
Зачем? Для того, чтобы защитить все, что возможно, в суперинкубаторе как один пакет интеллектуальной собственности и построить вокруг него компанию (start-up company), которая будет этот пакет обслуживать и развивать. Еще раз напоминаю, что предметом защиты служат продукты-гибриды, которые можно защитить патентом практически без специальных предварительных экспериментов, потому что доказательства их реальности и работоспособности уже существуют по частям.

Именно такая компания, которая построена вокруг интеллектуального капитала, представляющего собой единый внутренне связанный пакет изобретений, и была названа выше «новым игроком на поле эволюции». Результаты направляемой эволюции — это фактически план (сценарий) развития такой компании и демонстрация того места на рынке, на которое она может претендовать.

## **«Паутина эволюции» и ПТИ—ПТС**

При построении ТРИЗ-прогноза на «паутине эволюции» первый круг соответствует ПТИ—ПТС, на основе которой построены те продукты, популяцию которых мы рассматриваем и эволюцию которых прогнозируем.

Это означает, что, собрав популяцию этих продук-



тов, мы должны экстрагировать из нее ПТИ–ПТС. Далее, каждый продукт, если популяция маленькая, или каждый тип продуктов, если она очень большая, следует расположить относительно ПТИ–ПТС на паутине эволюции и определить, за счет продвижения по какой линии эта ПТИ–ПТС превратилась в продукт.

Паутина должна быть построена для каждого продукта. Затем надо определить, как продукты располагаются относительно друг друга по времени возникновения. Далее каждый следующий продукт нужно сравнить уже не с ПТИ–ПТС, а с предыдущим по времени возникновения продуктом таким образом, что все рассмотренные продукты расположились бы на одной паутине, образуя коаксиально расположенные замкнутые линии — см. рисунок в дополнении 1.

Если по какой-то из линий эволюции образовалась остановка, как, например, показано на рисунке для «линии повышения динамичности», то ТРИЗ-прогнозное утверждение будет состоять в том, что следующее существенное изменение продукта произойдет вдоль этой линии, особенно если она — единственная линия эволюции на паутине с такой остановкой.

Таким образом, благодаря тому, что мы ввели и используем понятия ПТИ–ПТС, продукт на основе ПТИ–ПТС и популяция продуктов, построенных на основе одной и той же ПТИ–ПТС, можно, используя известные в ТРИЗ линии эволюции, строить такие диаграммы паутины эволюции. Паутина строится для разного количества линий эволюции. Выбор этих линий, естественно, зависит и от продукта, и от исследователя (его знаний, энтузиазма и здравого смысла). Опыт показывает, что есть примерно 10–20 наиболее общих линий, которых в большинстве случаев достаточно.

В рамках такого описания результатом ТРИЗ-прогноза становится построение «паутины эволюции» для той популяции продуктов, в которую входит прогнозируемый продукт. Она описывает не продукт, но микроэволюцию всей популяции продуктов.

Эта паутина «сравнивает движение продукта вдоль разных линий эволюции» и показывает, в каком направлении развитие его затруднено какими-то обстоятельствами. Преодоление этих обстоятельств может оказаться наиболее эффективным путем к следующему поколению рассматриваемого продукта.

## **Эволюционное состояние популяции продуктов, построенных на основе ПТИ–ПТС**

Паутину эволюции можно рассматривать как обобщенную диаграмму *эволюционного состояния популяции*, именно состояния, а не потенциала. Визуализация этого состояния дает возможность ТРИЗ-прогноза, который утверждает, что следующий прорыв будет вдоль той линии эволюции, где продвижение минимально. Любые продвижения по другим линиям, вероятнее всего, дадут меньший эффект.

Паутина эволюции рекомендует такое направление эволюции, которое не придумано, а обнаружено в результате анализа эволюционного состояния популяции продуктов. Из тех решений, которые будут давать такое продвижение, надо будет вторично выбирать то,

что удовлетворяет требованиям рынка, моды, политики и т.д.

Таким образом, введение понятий ПТИ—ПТС (первый круг на паутине из линий эволюции) и продукт на основе ПТИ—ПТС позволяет использовать ТРИЗ-прогноз для выбора направления, в котором надо делать направляемую эволюцию.

## Микро- и макроэволюция технических систем

Объектом эволюционного описания служит популяция продуктов, построенных на основе одной или комбинации ПТИ—ПТС.

Микроэволюция — это увеличение разнообразия внутри популяции, — увеличение количества «особей» в ней и расширение ниш, в которых они живут и работают.

Макроэволюция — это появление новых ПТИ—ПТС.

Как эти события можно описывать в рамках таких подходов, как прогноз, направляемая эволюция, продленное настоящее?

Целью направляемой эволюции прежде всего является расширение рынка того продукта, эволюцию которого мы пытаемся направлять. Конечная цель такого подхода — увеличение количества денег, которые приносят именно эти продукты владельцам и производителям. Одна из причин этого заключается в том, что производитель продукта может направлять только эволюцию конкретного продукта в рамках его микроэволюции, потому что для этого у производителя есть и ресурсы, и средства, и деньги, и права. Например, чтобы направить эволюцию всех видов автомобилей ни у каких конкретных производителей нет ни прав, ни возможностей. Более того, у них, по определению, не может быть таких целей. Их цель — не автомобили, а деньги. Это правило любого бизнеса и инвесторов — они делают деньги.

Направить эволюцию *популяции продуктов* можно ограничениями, которые, например, формулирует государство, или которые возникают в связи с общей ситуацией на рынке. Такого рода ограничения — наи-

более эффективная категория эволюционных ресурсов. Например, бензин не составная часть автомобиля, но именно повышение цены на него направило эволюцию всех популяций легковых автомобилей в сторону малых и экономичных машин. Другими словами, для того чтобы изменить направление эволюции, совсем необязательно прямо воздействовать на каждую эволюционирующую систему. Гораздо эффективней регулирующее влияние, которое изменяет (ограничивает или расширяет) такие параметры, влияющие на всю популяцию продуктов. Тогда вся совокупность изобретателей начинает, не сговариваясь, менять свои системы таким образом, чтобы соответствовать новым условиям. В результате какие-то системы погибают и исчезают, а другие становятся доминирующими.

Производитель не может сам себе ставить ограничения. Потребитель не заказывает разнообразие форм, а выдает требования и ограничения, в ответ на которые производитель создает разнообразие. Другими словами, направляемая эволюция продукта — это создание разнообразия продуктов и увеличение количества копий каждого продукта на основе данной ПТИ—ПТС.

Концепции «продленного настоящего» и ПТИ—ПТС вместе с окружающими их идеями позволяют разделить описание процессов макро- и микроэволюции. Все, что происходит на временном промежутке, достаточно большом, чтобы можно было в нем выделить прошлое и будущее, — это микроэволюция, которая представляет собой процесс адаптации продукта к нише и потребителю.

Акт макроэволюции — это возникновение новой ПТИ—ПТС, которой до этого момента не было ни в каком виде. Новая ПТИ—ПТС возникает в результате комбинаторики и гибридизации из нескольких существующих ПТИ—ПТС, которые уже участвуют в микроэволюционных процессах в составе различных продуктов.

Макроэволюция происходит внутри «продленного настоящего» и в эволюционных масштабах мгновенно. В масштабах человеческой жизни это может быть долго, и собственно открытие ПТИ—ПТС может стать результа-

том продолжительных попыток «сделать то, непонятно что, но так, чтобы оно обеспечило то, что надо», например, вечный двигатель. На этом пути было открыто множество ПТИ–ПТС, которые затем в составе различных продуктов были полезны, но появление вечного двигателя так и не обеспечили. Излишне повторять, что для изобретателя весь промежуток времени, в течение которого он ищет новую идею, — это «продленное настоящее», с ним он обращается как с настоящим, даже если этот поиск продолжается десятилетиями.

После того, как новая ПТИ–ПТС появилась, она уже исчезнуть не может и, как я уже много раз и на все лады повторял, измениться тоже не может. Всякое изменение ПТИ–ПТС — это превращение в продукт на основе ПТИ–ПТС. Я думаю, что этот продукт «за милую душу» эволюционирует в составе популяции продуктов по тем законам микроэволюции, которые описаны для живых систем, хотя доказать это пока не могу.

Определенная таким образом макроэволюция технических систем получается понятием вневременным в том смысле, что нет (скромнее выражаясь — я не вижу) закономерностей перехода от одной ПТИ–ПТС к другой.

Можно ожидать, что частота появления новых ПТИ–ПТС может быть связана с общим количеством уже открытых и известных изобретателям ПТИ–ПТС, с количеством изобретателей и с интенсивностью их работы по комбинированию и гибридизации существующих ПТИ–ПТС. Другими словами, чем больше ПТИ–ПТС известно образованным людям данного общества, тем больше скорость появления в данном обществе новых ПТИ–ПТС. Больше ПТИ–ПТС известно данному изобретателю — больше он насочиняет новых. Выше стимулы в данном обществе для такого сочинительства — больше изобретателей, которые «балуются этим делом» — больше новых ПТИ–ПТС.

Условно говоря, «преждевременно изобретенных» и многократно переизобретенных в разные времена разными изобретателями ПТИ–ПТС может быть сколько угодно. За те 500 лет, что прошли от момента, когда Леонардо да Винчи нарисовал (задокументиро-

вал) открытую им ПТИ—ПТС парашют, эта идея наверняка была переизобретена многократно.

Преждевременно изобретенных продуктов на основе ПТС не может быть по определению, потому что продукт — это то, что размножается. А если оно преждевременно, то никто его не сможет размножить, даже если затратит много сил. Очень показателен в этом смысле следующий пример, который более подробно описан в дополнении 3.

Разные продукты, построенные на основе одной и той же ПТИ—ПТС, могут иметь разную судьбу. Например, попытки размножить продукт «железобетонные дома» вначале закончились провалом. По крайней мере, два изобретателя-бизнесмена полностью разорились. В отличие от этого продукт «железобетонные кадушки (условно говоря, тоже дома) для растений» оказался золотой жилой для его изобретателя. Оба продукта построены на основе комбинаций нескольких ПТИ—ПТС. Определяющей в этих комбинациях является ПТИ—ПТС «композитный материал, в котором разные компоненты смеси (бетон и железо) принимают на себя разные виды нагрузок».

## **Два варианта направляемой эволюции**

Микроэволюция популяции продуктов — это увеличение разнообразия продуктов и размеров популяции за счет проникновения в новые ниши. Влияние на микроэволюцию популяции продуктов назовем направляемой микроэволюцией продуктов, построенных на основе ПТИ—ПТС.

Изобретение новой ПТИ—ПТС — это направляемая макроэволюция ПТИ—ПТС. Интересно, что у нее нет никакого направления. В каждый момент времени изобретатель в состоянии придумать такую ПТИ—ПТС, которую «уже можно придумать на основе существующих знаний».

Но с равным успехом ПТИ—ПТС, которую уже возможно придумать, никто так и не придумает. Например, ПТИ—ПТС, на основе которой построен



телескоп Максудова, можно было придумать за 300 лет до Максудова, но никто не придумал. А вот ПТИ—ПТС парашют Леонардо да Винчи придумал. Зачем? А ни за чем! Просто придумал и все. Спасибо большое ему за то, что он не поленился и нарисовал и описал эту идею.

Я уже писал в конце первой части, что изобретение новой ПТИ—ПТС — самодостаточное интеллектуальное достижение, равноценное по значимости научному открытию. Достижение, на которое широкой публике, так восхищающейся Эдисоном, глубоко наплевать в силу полного непонимания того, откуда что берется.

## **Замечания невпопад, но на ту же тему**

- Эволюция — это принципиально статистическое явление, поэтому эволюцию техники надо преподавать, изучать и применять на языке популяций технических систем.

- Аналогия с длиной свободного пробега молекулы. Лишь на этой длине работает механика, которая может предсказать траекторию движения этой молекулы до следующего столкновения. В целом же можно только статистически предсказать размеры области, внутри которой где-то будет находиться рассматриваемая молекула.

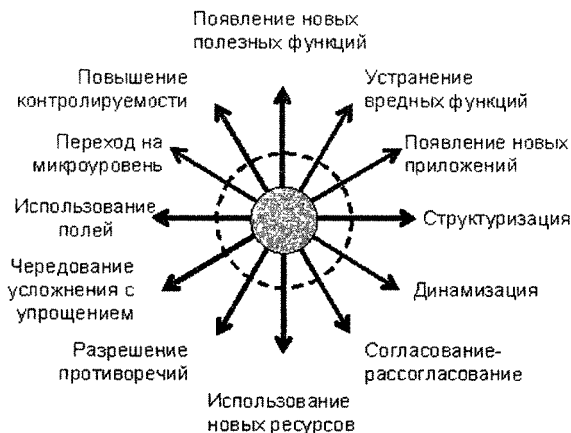
- Пока не было плотной ипфраструктуры, разные системы не зависели друг от друга и их можно было развивать независимо. Сегодня все со всем связано, что приводит к возникновению непредсказуемых требований, для быстрой реакции на которые нужно иметь множество заранее разработанных вариантов решений.

### Пример работы с продуктом «чернила для принтера»

Линии эволюции, отобранные для анализа эволюции продукта «чернила для принтера», организованы в виде осей диаграммы. ПТИ—ПТС, на основе которой построены продукты с общим названием «чернила для принтера» — это «суспензия нано- и микрочастиц пигмента». ПТИ—ПТС показана на диаграмме в виде круга. Такое представление означает, что эта ПТИ—ПТС в процессе усложнения и превращения в продукт может быть изменена вдоль всех представленных линий эволюции. Если продукт появится в результате перемещения вдоль всех линий эволюции, то он будет представлен в виде круга большего диаметра.

Первый тип продукта «чернила для принтера» — это «суспензия частиц пигмента в растворе различных молекул». Диаграмма для этого продукта показывает, что только часть потенциально возможных изменений была фактически реализована при переходе от ПТИ—ПТС к данному типу продукта.

1. Переход на микроуровень обеспечен включением молекул в состав продукта, который содержал только твердые микро- и наночастицы, суспендированные в жидкости.





2. Повышение контроля обеспечено возможностью выбирать, какие именно молекулы растворены в жидкости, в которой взвешены микро- и наночастицы пигмента.

3. Новая полезная функция — это возможность составлять различные смеси известных пигментов и молекулярных чернил.

4. Пример устранения вредных функций — возможность добавления молекул-дисперсантов для снижения коагуляции частиц пигментов.

5. Примером новых применений может быть печатание на таких носителях, которые недостаточно прокрашиваются только пигментами или чернилами, тогда как их смесь дает печать хорошего качества.

6. Новым ресурсом служат молекулы, растворенные в той жидкости, которая в продукте предыдущего поколения содержала только микро- и наночастицы.

7. Противоречие: агрегаты частиц должны быть маленькими, для того чтобы не оседать на дно в результате седиментации, и они же должны быть большими, для того чтобы задерживаться на поверхности бумаги и не проникать ее в поры. Разрешение противоречия: взаимодействия молекул в растворе и молекул, нанесенных на поверхность бумаги, провоцируют эффект флокуляции (слипания в комок) частиц. Это приводит

к увеличению размеров агрегатов частиц только на поверхности бумаги.

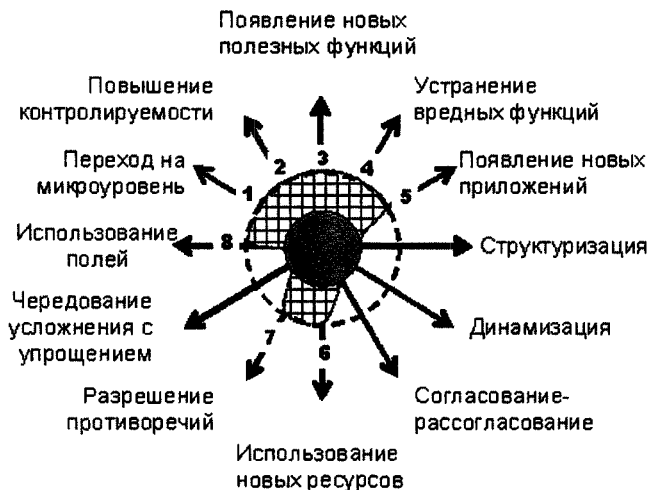
8. Появился новый феномен, который можно описывать с привлечением полевых моделей — диффузия свободных молекул в растворе.

Второй тип продукта «чернила для принтера» — это «суспензия частиц пигмента, на поверхности которых иммобилизованы молекулы, в растворе различных молекул». Диаграмма для этого продукта показывает, что только часть потенциально возможных изменений была фактически реализована при переходе от ПТИ–ПТС к этому продукту.

1. Переход на микроуровень представлен возможностью использовать не только «целые» молекулы, которые самостоятельно существуют в стабильном состоянии, но и «функциональные группы», которые можно рассматривать как фрагменты определенных молекул.

2. Повышение контроля обеспечено возможностью выбирать, какие именно функциональные группы присоединять к молекулам, которые иммобилизованы на поверхности микро- и наночастиц пигмента.

3. Новые полезные функции могут быть обеспечены «умной поверхностью» частиц пигмента за счет «умных молекул», иммобилизованных на их поверхности.



Например, пигмент меняет цвет в результате определенного внешнего воздействия.

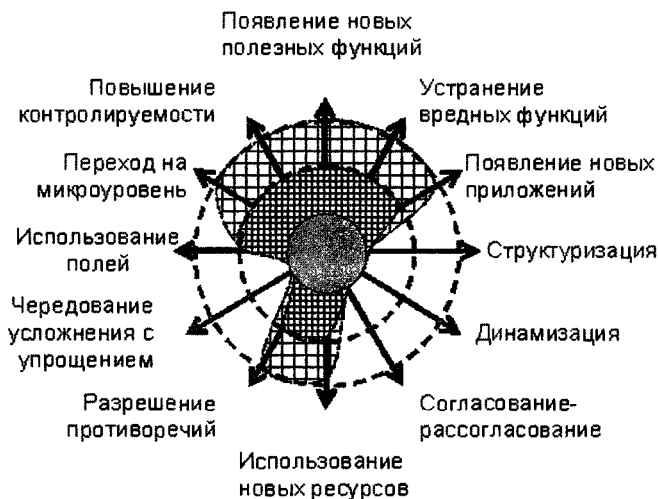
4. Пример устранения вредной функции — превращение гидрофобной поверхности частиц пигмента в гидрофильную за счет иммобилизации на поверхности частиц гидрофильных молекул. Это снижает вредный эффект «нерастворимости» пигмента.

5. Пример новых применений — диагностика, при которой на твердый носитель нанесены пятна тестируемой смеси молекул; среди них могут быть или не быть молекулы, способные взаимодействовать с теми, что иммобилизованы на поверхности частиц пигмента.

6. Новым ресурсом служат молекулы, иммобилизованные на поверхности частиц пигмента.

7. Противоречие: поверхность частицы должна быть гидрофобной, потому что такова природа материала частиц. В то же время эта поверхность должна быть гидрофильной для того, чтобы суспендировать частицы в воде. Устранение противоречия: иммобилизация гидрофильных молекул на гидрофобной поверхности частиц.

8. Появился новый феномен, который можно описывать с привлечением полевых моделей — диффузия свободных молекул в растворе.



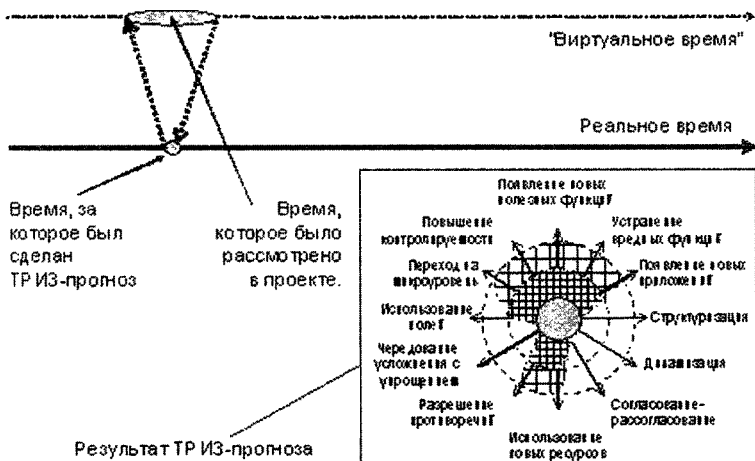
Исторически второй тип продукта появился после первого, поэтому на следующей диаграмме представлены переход от ПТИ—ПТС к первому типу продукта и переход от первого типа продукта ко второму.

На диаграмме отчетливо видно, что вдоль четырех из 12 рассмотренных линий эволюции нет развития. Отсутствие перемещения вдоль линий соответствует тому, что было выше названо «остановкой» или «затормозом».

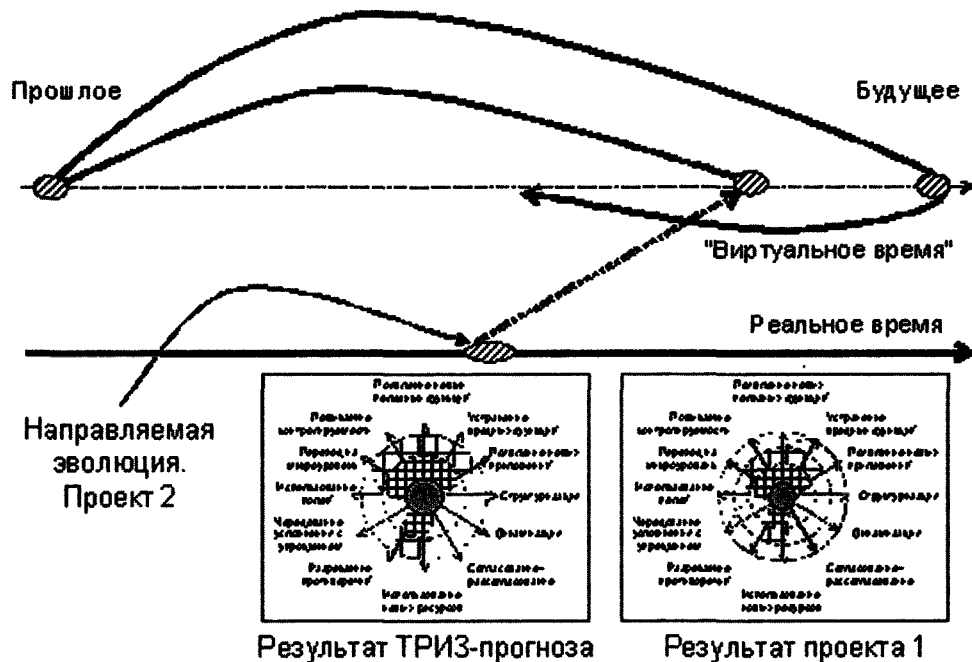
Предложенные нашей командой заказчику в рамках проекта три концепции позволили продвинуться в направлениях, которые не были развиты в предыдущих двух поколениях продукта. Содержание этих концепций пока, до публикации патента, составляет коммерческую тайну.

## Дополнение 2

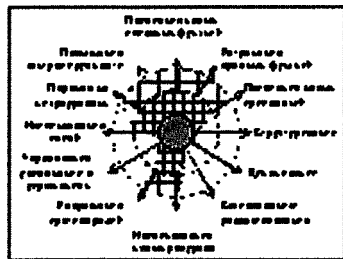
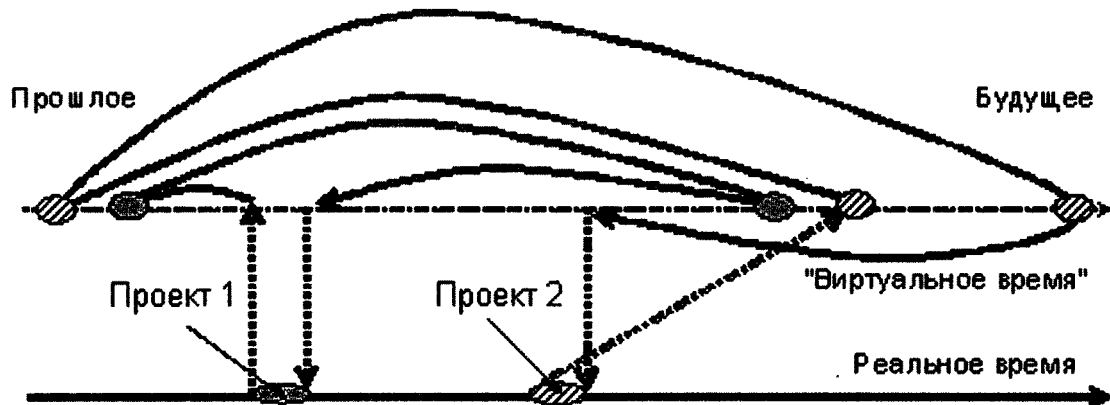
### Триада «прогноз, ТРИЗ-прогноз и направляемая эволюция» в проекте «чернила для принтера»



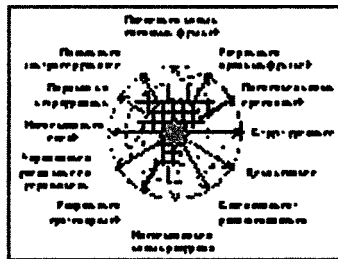
**ТРИЗ-прогноз, «паутина эволюции», «направляемая эволюция» и временная схема работы в проекте «чернила для принтера 2»**



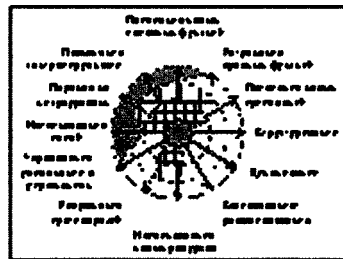
ТРИЗ-прогноз, «паутина эволюции», «направляемая эволюция» и временная схема работы в проектах «чернила для принтеров 1 и 2»



Результат ТРИЗ-прогноза



Результат проекта 1



Результат проекта 2



### **Комментарии к традиционному описанию некоторых моментов истории железобетона**

Начнем с фрагмента из книги: К.В.Рыжов. Сто великих изобретений. М.: Вече, 1999. С. 174–176.

Впервые патент на использование железобетона взял в 1854 году английский штукатур Вильям Уилкинсон. В дальнейшем он широко применял железобетон при строительстве перекрытий, а в 1865 году возвел в Ньюкастле-на-Тайне небольшой домик, целиком из железобетонных конструкций. Из них здесь были выполнены не только стены и перекрытия, но также лестницы, ступени и дымовая труба. По всей видимости, это был первый в истории железобетонный дом. Однако открытие Уилкинсона не получило широкого распространения и осталось незамеченным.

[Изобретатель сразу же попытался применить новый продукт по его прямому назначению — для строительства домов. Другими словами, он первый построил такой продукт на основе ПТИ–ПТС «железобетон»: «дом, в котором будет жить человек». Он правильно понял, что это будет один из основных продуктов, построенных из этой ПТИ–ПТС. Однако внедрить свой продукт не сумел.]

Одновременно с Уилкинсоном опыты с железобетоном начал во Франции строительный подрядчик Ф. Куанье. С использованием этого материала он построил несколько зданий, а в 1861 году опубликовал небольшую брошюру «Применение бетона в строительном искусстве», в которой, в частности, писал, что железные стержни, включенные в бетон, увеличивают его несущую способность. Но открытие Куанье тоже не имело продолжения. Его фирма разорилась.

[Таким образом, строительный подрядчик, который понимал, как надо делать бизнес, пытался внедрить в строительство железобетон. У него тоже ничего не вышло.]

Честь открытия железобетона связывается с именем другого француза — Жозефа Монье. Есть какая-то странная ирония в том, что два профессиональных

строителя, несмотря на все усилия, не смогли внедрить в строительную практику железобетон, но зато это удалось сделать человеку, весьма далекому от строительства, который и изобретение-то свое сделал совершенно случайно.

[Но это не ирония, а закономерность. Новый продукт начинает размножаться в той нише, для которой он оказывается достаточно совершенным. Попытки сразу внедрить новый продукт в основную для него нишу, где требования к продукту высоки, как правило, не удаются. Новый продукт закрепляется и размножается только в той нише, которая достаточно непритязательна. Из нее он начинает давить на все остальные ниши, что и случилось с железобетоном, как мы увидим ниже.]

Монье работал садовником в садоводческой фирме «Братья Флер» в Версале. С 1861 года он начал проводить опыты по изготовлению из песка и цемента садовых кадок. Вскоре ему удалось сделать бетонную кадку, в которой было посажено апельсиновое дерево. Спустя некоторое время Монье обнаружил трещины в стенках кадки. Тогда он укрепил ее железными обручами из проволоки. Железо вскоре стало ржаветь, образуя грязно-бурые пятна и подтеки на поверхности кадки. Чтобы улучшить ее внешний вид, Монье обмазал ее сверху цементным раствором. Получившаяся таким образом железобетонная кадка оказалась настолько хороша, что он пришел к мысли и впредь делать кадки подобным образом.

[Обратите внимание, не дома для людей, а кадки, можно сказать, «дома для растений». Ясно, что к ним требования ниже. Более того, требования к кадкам может удовлетворить железобетон самого низкого качества. Поэтому, очень может быть, что железобетон у Монье был много хуже, чем у предшественников.]

Существует мнение, что Монье действовал не только опытным путем, но был знаком с работой Куанье и заимствовал его идею. Но, как бы то ни было, ему повезло больше. Монье не только заслужил официальную славу создателя железобетона, но и сумел извлечь из своего изобретения некоторые материальные выгоды.

[Изобретатель продукта не обязан сам изобретать ПТИ—ПТС, на основе которой он строит свой продукт. Это разные виды изобретений, и сравнивают этих изобретателей между собой, а тем более выясняют, кто из них первое или умнее, только по недоразумению и по причине непроработанности самих понятий изобретение и изобретатель. Строго говоря, Монье изобрел не железобетон, а «железобетонную кадку для растения» в качестве первого продукта на основе такой ПТИ—ПТС, которая была открыта не им.]

В 1867 году он взял свой первый патент на переносные садовые кадки из железа и цементного раствора. Не успокоившись на этом, он начал производить с этим материалом новые эксперименты. В 1868 году Монье построил в Майсопс-Алфорте небольшой железцементный бассейн и в том же году взял патент на железцементный резервуар и трубы. В 1869 году он сделал патентную заявку на железцементные плиты и перегородки и построил железцементное перекрытие над своей мастерской.

Строго говоря, с современной точки зрения, все эти изобретения еще не были железобетоном. Монье, не будучи профессиональным строителем, имел весьма смутные понятия о том, как взаимодействуют между собой бетон и железо...

[Об этом и речь. Монье изобрел не ПТИ—ПТС железобетон, а первые продукты на основе ПТИ—ПТС железобетон — кадки, резервуары, трубы, перекрытия. После этого каждый продукт развивал из своей ниши такое давление, что его в конце концов признали инвесторы, профессионально работавшие в другой нише «строительство домов», и начали вкладывать в него деньги.]

Однако это ни в коей мере не принижает его славы как первооткрывателя одного из самых замечательных и широко используемых строительных материалов XX века. Действительно, до Монье над созданием железобетона работало несколько изобретателей, но именно ему принадлежит заслуга его разностороннего практического применения.

[Если бы было понятие о том, что изобрести ПТИ—

ПТС — это совсем другая работа, нежели превратить ее в продукт и наладить его размножение, то не пришлось бы оговариваться, что, дескать, изобрели-то железобетон другие, но их никто не знает, а молодец у нас Монье, потому что понятие «изобретатель» у нас недифференцированно и с его помощью воздать каждому по его заслугам не получается.]

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

## Вспомним о живых системах

**Я** начинал эту книгу с декларации интереса к сравнению эволюции техники и жизни. До сих пор в этой части обсуждались только технические системы, и уже не осталось места, кроме заключения, чтобы немного затронуть живые системы.

В первой части при обсуждении понятия ПТИ—ПТС я упоминал атомы и гены как элементарные единицы и прямым текстом утверждал, что атом — это ПТИ—ПТС, а про ген умолчал.

После того, как в этой части мы подробно обсудили понятия макро- и микроэволюции технических систем, можно вернуться к вопросу о генах. С чем сравнивать гены живой клетки, которые в то же время прекрасно работают в составе вирусов, уже названных в этой книге техническими системами? Думаю, что наилучшим будет сопоставление ПТИ не с одиночным геном, а с группой взаимодействующих генов, которые описывают некое «биологическое явление природы».

Забегая вперед, рискну указать на возможности построения биологического аналога понятия ПТИ.

В качестве первого шага надо проработать идею существования «простых генетических идей», представляющих собой комбинацию генов и регуляторной ДНК (участки ДНК, которые в состав гена, отвечающего за синтез определенного белка, не входят, но участвуют в регуляции работы разных генов), взаимо-

действие которых обеспечивает качественно новый эффект.

Другими словами, надо проверить идею, что «простая генетическая идея» (аналог *простой технической идеи*) представляет собой программу воспроизведения определенной последовательности преобразования молекул теми средствами, которые есть в живой клетке, при условии, что реализация этой программы дает результат, недостижимый при разрозненной работе тех же генов.

Например, уже лет тридцать известный так называемый «двухоперонный молекулярный триггер» может оказаться одной из таких «простых генетических идей».

В рамках такого подхода появление в геноме новой «простой генетической идеи» служит причиной макроэволюции генома и организма, аналогично тому как изобретение новой ПТИ—ПТС — актом макроэволюции технической системы.

Кроме того, при таком подходе можно предположить, почему исследователям макроэволюции жизни не удастся найти так называемые промежуточные формы организмов. Их и не должно быть. Должны быть промежуточные формы «генетических идей», представляющие собой попытки построить или, другими словами, открыть новую «простую генетическую идею». Это значит, образно говоря, что в геноме среди прочего записана также «программа выполнения научной работы по перебору разных комбинаций совместной работы групп генов и отслеживания последствий». Другими словами, промежуточные формы должна искать не наука палеонтология, а наука геномика и искать их в виде «недоделанных» групп взаимоотношений между генами.

Здесь уместно привести аналогию с электроникой: мало иметь набор необходимых деталей радиоаппаратуры, надо правильно соединить их в работающую схему.

Точно так же можно предположить, что в геноме возникновение новых «простых генетических идей» происходит не столько за счет построения новых ге-

нов, сколько за счет поиска и открытия новых комбинаций связей между генами.

Трудно удержаться и «не примазаться» к этим результатам со своей гипотезой о «простых генетических идеях». Согласно ей различия в сложности эволюционно далеких организмов возникли за счет различий в наборах «простых генетических идей», построенных из практически одного и того же набора генов (подробнее об этом см. в гл. 11).

---

## Часть IV

---

# СУПЕРИНКУБАТОР ПОРОЖДАЕТ НОВУЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНУЮ СОБСТВЕННОСТЬ

---

### Глава 9

## ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

**И**ЗОБРЕТАТЕЛЬ-открыватель строит инкубатор для того, чтобы с ним работал изобретатель-решатель. Это может быть один и тот же человек в разных режимах работы или разные люди. Главное отличие в целях их работы: изобретатель-открыватель строит инкубатор, а изобретатель-решатель работает с готовым инкубатором, чтобы не только найти идею, но и воплотить ее в материале.

Суперинкубатор, в отличие от этого, не предназначен для решателей. Результатом работы с ним не может быть концепция, конкретная настолько, что ее можно сразу внедрять в производство.

Суперинкубатор — это инструмент для концептуальной теоретической работы, в итоге которой создается обобщенная концепция семейства гибридных продуктов, описанных на уровне общности, уже позволяющем получить зонтичный патент (патентный забор) и превратить эту обобщенную концепцию в интеллектуальную собственность.

Для того чтобы начать производство этих продуктов, понадобится дополнительная конкретизация кон-



цепции. Но необходимость проделать такую работу уже не должна быть препятствием для продажи, потому что эта работа очевидно выполнимая, а концепция уже защищена, и если первый покупатель ее не купит, то купит его конкурент.

Главное состоит, конечно, в том, что придуманная концепция должна иметь реальную ценность, осознаваемую людьми практическими и далекими от всяких выдумок.

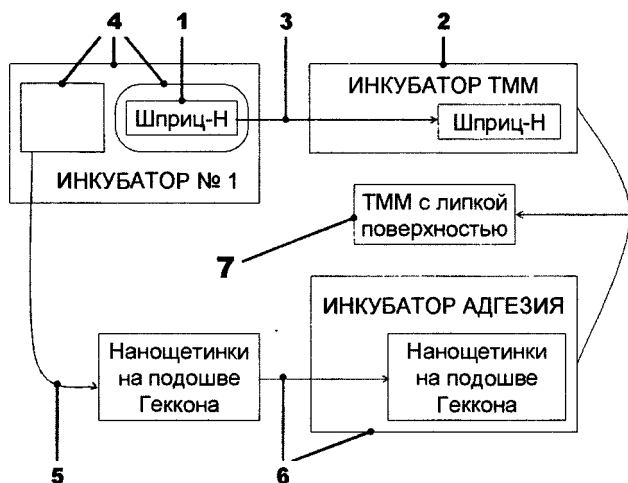
Итак, повторяю еще раз, работать с суперинкубатором должен изобретатель-открыватель. Цель его работы — во первых, изобретение новых гибридов и комбинаций ПТИ—ПТС, описанных в суперинкубаторе, и, во-вторых, продуктов, которые можно построить на их основе.

Инкубатор всегда разворачивается вокруг конкретного изобретения, которое, например, могло быть сделано случайно. После этого иерархия АТИ выведет автора на изобретение, представляющее больший интерес, чем то, с которого он начал — по разным причинам. Например, известно, что есть покупатель, который купит инкубатор на некую тему. Зачем он ему, уже его дело. После того, как выбор сделан, надо перестроить иерархию АТИ (и соответственно структуру инкубатора) так, чтобы выбранное изобретение стало центральным и весь инкубатор работал бы на его усиление.

Таким образом, инкубатор по определению обслуживает и усиливает одно изобретение, которое может быть выбрано в качестве центрального по любой причине — экономической, технологической, социальной и т.д.

## **Пример построения суперинкубатора**

Схематически последовательность действий, которые привели к возникновению суперинкубатора, описанного в книге «Инкубатор первичных изобретений», показаны на следующем рисунке. Как видно из рисунка, на первом шаге мы построили первичное изобретение шприц-Н. На втором шаге независимо был построен инкубатор ТММ, на третьем — шприц-Н



встроили в инкубатор ТММ. На четвертом шаге мы построили инкубатор №1, который включает в себя группу новых первичных изобретений (один из которых – шприц-Н) и чужие первичные изобретения, найденные в процессе исследования. На пятом шаге мы выбрали для исследования первичное изобретение «щетка с наношети́нками, подобными тем, что были открыты на подошве ящерицы Геккона». На шестом шаге построили вокруг него «инкубатор Адгезия». На седьмом шаге, в результате всего этого, появилось новое изобретение «липкая поверхность ТММ», которое замкнуло три инкубатора в один суперинкубатор.

После того, как суперинкубатор построен, можно внутри него сознательно заниматься комбинаторикой, оперируя теми первичными изобретениями и ПТИ–ПТС, которые хранятся в его инкубаторах.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

## Зачем все это надо и какая от этого польза?

**И**ЕРАРХИЧЕСКАЯ классификация, в соответствии с которой построены инкубаторы, — это не единственный способ упорядочить информацию. Не менее, а во многих случаях существенно более важен комбинаторный способ классификации, когда в одну группу объединяются «объекты», которые ничего общего не имеют, но в совокупности могут образовывать множество новых устойчивых объектов.

Пример суперинкубатора, который мы рассмотрели выше, не самый показательный, но даже в нем видно, что три инкубатора вместе дополняют друг друга за счет своих различий и создают новое качество.

Представьте себе не такой пошаговый и последовательный способ получения суперинкубатора, описанного выше, а параллельный, когда для того, чтобы построить новую парадигму процесса или продукта, с самого начала происходит построение нескольких инкубаторов вокруг нескольких ключевых изобретений, которые пока не согласованы с друг другом, но каждое дает улучшение в своей области.

Такой «междисциплинарный суперинкубатор» — это легальный способ построить монополию на обладание тем, что еще только разрабатывают другие, даже не подозревая, что они уже работают на чужого дядю,

который заранее превратил целое направление развития в свою интеллектуальную собственность (в полном соответствии с существующими патентными законами).

Как же, все таки, можно представить себе реальный режим работы, в результате чего будет создан суперинкубатор, который принесет хоть какую-нибудь пользу своим создателям? Историческим примером может быть творчество инженера В.Г. Шухова.

В наши дни надо, чтобы встретились инвестор с достаточным количеством денег, которыми он не боится рискнуть, и один или лучше группа изобретателей-открывателей, способных построить такой суперинкубатор. Объединив их в компанию и пристегнув к ним менеджеров, инвестор сможет получить компанию, которая будет производить на продажу интеллектуальный продукт, фактически дающий ее владельцу монопольные права, например на целое направление развития новой технологии.

До тех пор, пока такая штука с суперинкубатором не будет проделана хотя бы один раз, количество верящих в это дело будет ничтожно мало. Это не проблема, а реальное положение вещей во всех случаях смены парадигмы. Она происходит не тогда, когда ее придумали, а тогда, когда ситуация созреет. Задним числом объяснять революционные открытия очень легко, а спланировать и сознательно осуществить внедрение нового результата обычно удается не изобретателям, а другим людям, которые обладают иными способностями.

---

## Часть V

# КОНЦЕПЦИЯ ПОПУЛЯЦИИ ПРОДУКТОВ, ПОСТРОЕННЫХ НА ОСНОВЕ ПТИ—НТС

---

## ВВЕДЕНИЕ

### Отношения между человеком и ТС

**П**ОПРОБУЕМ построить общую картину отношений между техническими и живыми системами, и в частности между человеком и ТС.

Напомню, что ТС — это любая система, которая *может* возникнуть за счет сознательных действий человека, но не обладает сложностью, достаточной для того, чтобы копировать себя без участия человека.

Такое определение ТС позволяет, с учетом принятого ранее ограничения только тремя масштабами мира (нано-, микро- и макро-), построить такую систему его описания, в которой существует только четыре категории объектов:

- живые системы (к которым относится человек);
- технические системы;
- крупномасштабные (не сравнимые с жизненными параметрами человека) природные системы во всем их разнообразии;
- идеальные системы, которые существуют в голове человека, например поэтические и музыкальные образы.

Отношения между человеком и этими категориями объектов можно описать концептуально. В данном случае нас интересуют отношения между человеком и техническими системами.

Ранее мы уже упомянули несколько ролей, которые человек может играть по отношению к ТС.

Первая роль — ученый, который исследует объект, для того чтобы получить информацию о том, как он устроен и как функционирует. Таким объектом могут быть ТС, живые организмы, крупномасштабные природные системы и идеальные объекты, существующие в голове человека. Создание новых вариантов изучаемого им объекта в обязанности и намерения ученого не входит.

Вторая роль — изобретатель-решатель, который преимущественно имеет дело с ТС. Его задача — «улучшить» ТС, в большинстве случаев без потери индивидуальности. Это связано с тем, что любая ТС существует не сама по себе, но в связи с другими ТС. Поэтому изменение индивидуальности одной системы требует изменения и всех остальных, с ней взаимодействующих. Если изобретатель-решатель меняет индивидуальность системы, то только в тех случаях, когда это позволяет в еще большей мере обеспечить «улучшение», которое от него изначально было затребовано. Именно для такого изобретателя-решателя, в первую очередь, разработана ТРИЗ, возникшая как инструмент решения изобретательской задачи, т. е. такой, которая требует улучшить работу ТС.

Третья роль — изобретатель-открыватель; он не пытается решить проблемы, связанные с ТС, и не пытается ее улучшить. Он ищет другие ТС, которые являются родственниками этой ТС. Для того чтобы сделать это, он может применить алгоритм исследования первичного изобретения.

Кроме того, я уже упоминал о концепции «команды размножения ПТИ—ПТС в составе продуктов, построенных на основе этой ПТИ—ПТС». В такой команде люди играют следующие роли: инвестор, изобретатель, производитель, дистрибьютор, продавец и потребитель. Все они имеют специфические отношения с ТС, но в данном разделе мы их рассматривать не будем. Скажу только, что не всегда, но часто, особенно в крупных компаниях, которые имеют исследовательские отделы, люди, играющие роль ученых, также ока-

зываются членами команды. Поведение человека по отношению к ТС зависит от того, какую из этих ролей он играет и в какую ситуацию попал.

Я уже писал в главе 3, что поведение человека по определению становится изобретательским, если он попадает в такую стрессовую ситуацию, в которой:

- есть неопределенность, недостаточность информации (другими словами, что-то надо делать, а что именно — непонятно);

- надо что-то сделать, потому что если не сделать, то будет наказание, а если сделать — то поощрение; возможны варианты: только наказание или только поощрение (например, человек удовлетворяет свою собственную любознательность и получает удовольствие от того, что он узнал или сделал);

- есть дефицит времени (другими словами, действия нельзя отложить надолго).

В такой ситуации у человека нет выбора, он должен начать действовать как изобретатель, который придумывает или находит то, чего он раньше не знал или не имел. В общем виде такое поведение называется поисковым.

Хочу еще раз обратить внимание на то, что речь идет о ролях, которые играет человек, поэтому один и тот же человек может действовать как ученый, а попав в ситуацию неопределенности, превратиться (или не превратиться) в изобретателя, который не только открывает новое явление, но и создает (изобретает) новые методы для изучения этого явления.

Хороший пример — это химики-органики. Когда они изучают строение какой-нибудь молекулы, то выступают в роли ученых. Если же они придумывают новую структуру молекулы и последовательность химических реакций, в результате которых такая структура может возникнуть, то превращаются в изобретателей.

Таким образом, для технических систем существуют две категории процессов. В одной категории человек персонализированно выступает по отношению к ним как «доктор, который лечит эту ТС». Другими словами, судьба конкретного экземпляра этой конкретной системы (те изменения, которые в ней будут сделаны)

зависит от одного или нескольких человек, работающих вместе. Это локальное и ограниченное во времени воздействие на один экземпляр ТС. Позже оно может быть перенесено (или нет) на все остальные копии.

В другой категории процессов масштаб времени, в течение которого возникают изменения в ТС, совершенно иной — много больше. Для того чтобы адекватно описать причины и механизм возникновения этой категории изменений, необходимо учитывать, что одна ТС не является единицей эволюции.

Эволюция не происходит в результате одного воздействия на один образец ТС и не может быть описана в терминах таких одиночных взаимодействий. Эволюция — принципиально статистическое явление, закономерности которого выражаются только на тех промежутках времени, что вмещают в себя неоднократное взаимодействие с этим продуктом всех участников процесса его размножения, а именно, изобретателей, производителей, дистрибьюторов, продавцов, пользователей и инвесторов.



## *Глава 10*

# **ПОПУЛЯЦИЯ ПРОДУКТОВ, КОТОРАЯ ВОЗНИКАЕТ ВОКРУГ ПТИ—ПТС**

## **Схематическое представление популяции продуктов на основе ПТИ—ПТС**

**П**ОПУЛЯЦИЮ продуктов на основе ПТИ—ПТС можно схематически представить так: в центре схемы должен быть нарисован круг, внутри которого написано ПТИ—ПТС, из него в разные стороны проведены стрелки разной длины.

На конце каждой стрелки написано «продукт на основе ПТИ—ПТС». Стрелки показывают направление усложнения исходной ПТИ—ПТС. Это направление образуется в результате суммирования тех изменений, которые происходят, в частности, вдоль таких стандартных направлений усложнения ПТИ—ПТС, как изменение:

- формы (в частности, симметрии);
- размера;
- материала;
- относительной подвижности частей;
- способов соединения этих частей в систему.

Обратите внимание, что на стрелке есть только два

состояния: начальное — ПТИ—ПТС и конечное — готовый продукт на ее основе. Другими словами, по этой схеме ПТИ—ПТС переходит в состояние продукта скачком.

Получается, условно говоря, квантовое представление, которое можно сформулировать следующим образом: каждый продукт возникает заново как новое «разрешенное состояние сложности» данной ПТИ—ПТС. Естественно, сразу напрашиваются аналогии с квантовой механикой, в которой есть разрешенные орбиты электрона. Другими словами, такое описание популяции продуктов на основе ПТИ—ПТС постулирует, что есть одно неизменяемое состояние предельно простой ПТИ—ПТС и есть разрешенные ее усложнения. Если это усложнение не разрешено, то продукт не будет размножаться и останется в единственном экземпляре. Если оно разрешено, то ниша, в которой разрешено размножение продукта, будет заполняться одинаковыми копиями до полного заполнения. Объем ниши определяется множеством разных факторов, которые не зависят от этой ПТИ—ПТС и изменяются независимо от нее.

В другом, менее радикальном, варианте описания, любое усложнение ПТИ—ПТС разрешено, и можно себе представить условия, в которых любое усложнение будет реализовано, но создать и поддерживать нишу для размножения продукта довольно сложно.

Если учесть не только объем ниши для продукта, который имеет данное состояние сложности, но и время жизни продукта, то эта же мысль прозвучит иначе: объем ниши может быть маленьким, но время жизни продукта — большим. Например, продукт — один уникальной длины и сейсмической устойчивости мост с такими свойствами, которые больше нигде не нужны. В этом случае объем ниши предельно маленький — только одна копия продукта, а время жизни и продукта, и ниши может быть очень большим. Еще болсе наглядный пример — часы с обратным отсчетом времени, которых понадобилось очень много, но на короткий промежуток времени. До 2000 года практически на каждом почтовом отделении в США были такие часы, а

после юбилея эта ниша резко сжалась (если не исчезла).

В таком описании популяции продуктов неважно, как именно исторически развилась и появилась идея продукта в голове изобретателя. Важно, что получилось и как оно соотносится с ПТИ—ПТС, о существовании которой изобретатель может и не подозревать.

Таким образом, согласно предложенной схеме каждый новый продукт-изобретение получается не из продукта-прототипа, а путем упрощения его до состояния ПТИ—ПТС, а затем усложнения до состояния нового продукта. При желании такую структуру популяции можно красиво назвать «радиально-квантовой».

### **«Катапульта изменений» и «поле размножения ПТИ—ПТС в составе продукта, построенного на основе ПТИ—ПТС»**

Предлагаю рассмотреть метафору. Условная фигура «творец-изобретатель» сидит на складе готовых ПТИ—ПТС и стреляет ими из «катапульты изменений». ПТИ—ПТС летит и падает на «поле размножения ПТИ—ПТС в составе продукта, построенного на ее основе». В процессе полета ПТИ—ПТС успевает превратиться в продукт, благодаря тем усложнениям, которые возникли в этой ПТИ—ПТС за счет воздействия на нее «катапульты».

«Катапульта изменений» оказывает некое универсальное и типовое воздействие, которое приводит к разным конечным результатам в зависимости от того, что собой представляет ПТИ—ПТС. Таких «катапульти изменений» (для начала) пять, и каждая из них осуществляет один из следующих видов усложнений ПТИ—ПТС: изменения формы (в частности, симметрии), размера, материала, относительной подвижности частей и способов соединения частей в единое целое. Легко видеть, что все перечисленные изменения-усложнения универсальны и их можно проделать с любой ПТИ—ПТС.

Метафора «катапульты изменений» хороша тем, что в ней есть только два состояния объекта: ПТИ—

ПТС, хранящиеся в инкубаторе первичных изобретений, и продукт на ее основе, который в готовом виде падает на «поле размножения», где либо начинает размножаться (если это поле для него адекватно), либо так и лежит в единственном экземпляре.

Откуда мы можем знать, что выстрел катапульты действительно был или, другими словами, что такая попытка сделать продукт состоялась? Из патентного описания, в котором этот продукт описан в том виде, в каком он был запущен в размножение (удачное или неудачное).

Еще одна возможность рассуждений, которую дает эта метафора. «Поле размножения ПТИ—ПТС» легко представить как не однородное по условиям. Используя военную терминологию, можно сказать, что «поле размножения» — это плацдарм, на котором продукт должен закрепиться и затем занять его весь. В маркетинговой и рыночной терминологии «поле размножения ПТИ—ПТС в составе продукта, построенного на ее основе» — это ниша или сектор рынка, на котором потребитель использует продукт. В биологической и экологической литературе — это ниша, где живет организм.

Для того чтобы захватить плацдарм, на нем надо вначале закрепиться в самом удобном для захватчика месте. Очевидно, что не в самом центре поля, особенно, если это поле уже занято. Помните пример с железобетоном? Все попытки сразу делать дома из железобетона провалились. А продукт «кадки для растений» оказался таким пятачком, закрепившись на котором, ПТИ—ПТС железобетон со временем захватила все пригодное для нее поле размножения.

Процесс распространения продуктов на основе ПТИ—ПТС по «полю размножения ПТИ—ПТС» можно описать двумя способами.

Первый способ описания — одношаговое превращение ПТИ—ПТС в такой продукт, который заполняет часть «поля размножения». Остальную часть поля заполняет другой продукт, который аналогичным одношаговым превращением, но только вдоль иных направлений усложнения, был получен из той же ПТИ—ПТС. В конце концов все поле покрывается мозаикой таких

участков. Визуальной аналогией может быть вид из самолета на поле, покрытое дачными участками разной формы и размеров.

Второй способ описания — микроэволюция продуктов, которые превращаются друг в друга в результате всякого рода изменений и таким образом расползаются по «полю размножения». Единственное ограничение при этом состоит в том, чтобы при всех изменениях, которые требуются для проникновения в разные части этого поля, любой продукт в результате упрощения превращался бы в одну и ту же ПТИ—ПТС.

Если утвердить «размножение ПТИ—ПТС» или, другими словами, увеличение количества копий ПТИ—ПТС в качестве главного принципа эволюции технических систем, то надо признать, что во многих случаях размножение одних ПТИ—ПТС происходит за счет уменьшения количества других. Однако если мы разложим комбинации ПТИ—ПТС, из которых составлены разные продукты, на одиночные ПТИ—ПТС, то скорее всего получим ситуацию, когда одна ПТИ—ПТС, уходя с «поля размножения» в составе одной комбинации ПТИ—ПТС, тем не менее захватывает не меньшее, а то и большее «поле размножения» в составе другой комбинации.

Аналогия к размышлению: многие виды живых организмов исчезают с лица Земли, но в то же время появляются новые виды. Меняется ли при этом общая масса живого вещества на планете? Утверждают, что она равна примерно  $10^{15}$  в пятнадцатой степени тонн ([http://www.apus.ru/site.xp/0490520560551240550510480\\_50124.html](http://www.apus.ru/site.xp/0490520560551240550510480_50124.html)) и уже миллионы лет не меняется. Ссылаются при этом на В.И. Вернадского. Прямых доказательств я не нашел, но звучит правдоподобно. Если это так, то количество копий атомов и молекул (ПТИ—ПТС) определенного вида, которые вовлечены в построение этих живых организмов, тоже практически постоянно. Нечто похожее должно происходить и с другими ПТИ—ПТС, однако, скорее всего, этот процесс пока далек от насыщения.

Красивая аналогия получается, если рассмотреть такую ПТИ—ПТС, как молекула ДНК. Нельзя называть

живые организмы продуктами на основе ДНК, потому что живые организмы не подпадают под определение технических систем. Но в качестве аналогии можно говорить, что «поле размножения ПТИ–ПТС ДНК в составе живых организмов — это биосфера Земли».

## Схематическое представление популяции живых систем

Отчетливо помню момент, когда я вдруг сообразил, что представленную выше схему можно использовать и для описания популяции живых организмов. В популяции двуполовых организмов особь упрощает себя до состояния яйцеклетки или сперматозоида, а затем в результате их слияния (объединения) получается оплодотворенная яйцеклетка, которая постепенно усложняется до состояния нового организма-потомка.

Если вспомнить гипотезу о том, что для живых систем (организмов) можно ввести понятие «простая генетическая идея» (ПГИ) как аналог или эквивалент «простой технической идеи» (ПТИ), то можно назвать оплодотворенную яйцеклетку «комплексной простой генетической идеей–системой» и тогда выросший из нее организм будет «продуктом, построенным на основе ПГИ–ПГС».

Таким образом, новая интерпретация понятия «техническая система», честно признаюсь — совершенно неожиданно для меня, позволила не только сопоставить популяции живых и технических систем, но и представить их как два крайних случая воплощения одной и той же концепции.

Концепция такая: некая система копирует себя, получая копию путем, совместимым со структурой и принципами функционирования этой системы и с условиями, в которых она находится.

Если эта система достаточно сложна для того, чтобы в ней была записана программа самокопирования, то она сама (без помощи человека) использует элементы среды как строительный материал, из которого строит свои копии. «Запас надежности» системы по-

звояет ей делать ошибки и неточности в процессе копирования и таким образом получать *неодинаковые копии*, которые должны отличаться друг от друга лишь в такой степени, чтобы не уничтожить способность системы копировать себя. Если в процессе копирования система использует не только себя, но и другие копии, то эти изменения не должны уничтожать способность самой системы реагировать с копиями так, чтобы создавать копии, способные копировать себя тем же способом.

В условиях, когда внешние условия нестабильны и меняются, системы с такими свойствами способны эволюционировать, приспособляясь к изменениям внешних условий путем естественного отбора. Надо указать, что такая адаптация возможна только в том случае, если скорость появления новых поколений системы больше скорости изменения условий.

Нетрудно видеть, что я иносказательно и с претензией на обобщение описал живые системы.

Если система недостаточно сложна, то ее копии могут появляться только при наличии специальных внешних условий. Один из вариантов таких условий — наличие человека, который обеспечивает копирование систем. Условием того, что человек занимается таким копированием, служит то, что он использует эти копии для каких-то своих целей. Это условие требует создавать все копии одинаковыми (потому что людей много) и по возможности избегать ошибок и неточностей в процессе копирования.

С другой стороны, для достижения разных целей человек не только копирует те системы, которые у него уже есть, но и изобретает новые. Возникает вопрос: каким образом эти новые системы появляются, если, в отличие от ранее описанного случая, те ошибки и неточности копирования, которые создают необходимое для эволюционного отбора разнообразие, запрещены?

Радиально-квантовая схема строения популяции позволяет увидеть, откуда берется эволюционное разнообразие.

## **Еще раз о радиально-квантовой структуре популяции продуктов, построенных на основе ПТИ—ПТС и ПГИ—ПГС**

В случае живых систем организм-прародитель, с которого началась популяция, — это продукт на основе некой ПГИ—ПГС. В процессе копирования сразу создаются неодинаковые копии ПГИ—ПГС, т.е. на схеме строения популяции живых организмов вместо одной точки в центре образуется облако точек и из каждой выходит только одна стрелка, которая ведет к одному продукту.

При размножении ТС количество точек в центре не увеличивается, и все разнообразие популяции продуктов создается в процессе усложнения ПТИ—ПТС за счет внесения изменений человеком. В таком случае на схеме строения популяции ТС в центре находится одна точка, из которой выходят стрелки, а на конце каждой стрелки — не один продукт, а много одинаковых его копий. Другими словами, схематически популяция живых систем — это центральное облако точек, где из каждой точки выходит по одной стрелке, и на конце каждой стрелки находится один продукт.

В случае популяции ТС в центре расположена одна точка, из нее выходит много стрелок, а на конце у них находится облако точек, каждая из которых — копия продукта. В идеале все эти точки должны быть очень близки, показывая, что копии не похожи друг на друга только в пределах разрешенной неточности производства.

Для наглядности каждую простую систему можно представить в виде маленькой монеты (копейки), а продукт — в виде большой (металлический рубль). Тогда в случае живых систем популяция будет выглядеть так: в центре схемы россыпь копеек, каждая копейка соединена стрелкой с одним рублем. В случае технических систем в центре всегда будет одна копейка, из которой выходит множество стрелок, а на конце у них — стопка металлических рублей. Чем успешнее этот продукт размножается, тем больше рублей будет в стопке.



## **Сравнение схемы размножения живых систем с алгоритмом исследования первичного изобретения**

Схема размножения живых систем (например, многоклеточных организмов), по которой они вначале упрощаются до состояния одной клетки и только потом усложняются до состояния нового многоклеточного организма, очень точно соответствует алгоритму исследования первичного изобретения. Напомню, суть этого алгоритма в том, что данную ТС надо вначале упростить до состояния ПТИ—ПТС, а затем усложнять до состояния новой ТС. В этом смысле представление о том, что новое изобретение имеет прототип, упрощенное, так как в нем не отражен механизм превращения прототипа в новое изобретение.

Каждый знает, что дети не получаются «почкованием». Но стадию существования «родительских организмов, упрощенных до состояния одной клетки», из которой потом вырастает организм-потомок, в родословной, как правило, никто не показывает. Стрелки рисуют прямо от родителей к детям. Еще раз повторю для драматичности, что тем не менее абсолютно все знают и понимают, что такая одноклеточная стадия есть. (Может быть дальнейшее развитие наук приведет к тому, что такая стадия появится и на ней будут изображать молекулярный портрет человека.)

При переходе от ТС-прототипа к ТС-изобретению, в рамках общепринятого на сегодня понимания эволюции техники, даже вопроса не возникает о том, что подобная промежуточная стадия упрощенных ТС может существовать.

В предыдущих главах «безотносительно-касательно» к живым системам я многократно обсуждал и практически применял такой подход, в котором эта стадия выявлена. Рассмотрение стадии упрощения ТС-прототипа до состояния ПТИ—ПТС перед превращением в ТС-изобретение позволяет более адекватно описать процесс возникновения новых ТС.

# **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

## **Возникновение эволюционного разнообразия**

**И**ЗОБРЕТАТЕЛИ создают эволюционное разнообразие продуктов, построенных на основе ПТИ—ПТС, целенаправленно, для того чтобы проникнуть с этим продуктом в определенную нишу, где потребители готовы его использовать. Одним из основных факторов, которые вынуждают изобретателей создавать новые продукты, служит запрет на свободное копирование продукта. Патент запрещает всем, кроме владельца патента, копировать запатентованный продукт. Чтобы не отдавать свои денежки владельцу патента за право пользоваться его продуктом, приходится изобретать новый для достижения тех целей, которые вполне можно было бы обеспечить и существующим продуктом.

Эволюция ТС представляет собой появление по мере необходимости таких новых вариантов продукта, которые нужны, чтобы популяция продуктов, построенных на основе некоторой комбинации ПТИ—ПТС, продолжала размножаться и не исчезла.

Если условия эксплуатации продукта и требования к нему не меняются, то он может размножаться, совершенно не эволюционируя, сколь угодно долго. Примерами могут быть одежда, утварь, жилье, орудия тру-

да и охоты примитивных народов, которые живут в стабильном климате, например в тропиках или на далеком севере. Ничего вокруг не меняется, вот и нет никакой эволюции технических систем, есть только их воспроизведение (изготовление новых копий по мере износа старых). С другой стороны, надо признать, что в таких условиях нет и размножения (в смысле увеличения количества одновременно существующих копий данного продукта) — естественно, если количество людей не увеличивается.

В биологии изменчивость возникает из-за того, что существуют ошибки копирования структуры молекул и молекулярных комплексов, а также ошибочное изготовление неправильного количества копий, произведенных в ответ на регулирующий сигнал, который запускает процесс копирования.

Копирование ТС разнообразия не создает, потому что ошибочные варианты ТС не служат сырьем для эволюции ТС. Силой, создающей разнообразие и вынуждающей при наличии прекрасно работающих вариантов ТС придумывать новый вариант, служит патент. Изобретатель придумывает новую ТС для себя, вместо того чтобы копировать существующую ТС, которая будет приносить деньги чужому дяде. Система патентной защиты — одна из движущих сил эволюции ТС. По конечному результату она — аналог естественного отбора в эволюции живых организмов. Если раньше я писал, что больше 98 % патентов — это просто бумага, то сейчас могу красиво выразиться, что некоммерциализованные патенты — бумага, на которой пишет эволюция.

Другими словами, изобретатели вынуждены изобретать новые ТС не только потому, что существующие плохо работают, но и потому, что они чья-то интеллектуальная собственность и их нельзя использовать без разрешения. И хотя получить такое разрешение очень просто — надо только заплатить столько, сколько просит владелец, изобретатели «почему-то» предпочитают искать другие варианты решения той же задачи. Этот поиск создает разнообразие, без которого не бывает эволюции.

Таким образом, говоря об эволюционирующей популяции продуктов, надо учитывать не только те продукты, которые размножаются, но и те, что только описаны и защищены патентами. Получается, что «изобретатели-неудачники», патенты которых никто не покупает, нужны и важны — они работают на эволюцию.

---

## Часть VI

---

# СРАВНЕНИЕ С ТРИЗ И БИОЭВОЛЮЦИЕЙ

---

## ВВЕДЕНИЕ

**Д**ЛЯ того чтобы сравнить разные подходы к описанию одного и того же явления, например эволюции, надо сравнивать не правила работы и рабочие инструменты и, тем более, не результаты, а понятийный аппарат, на основе которого построены эти подходы. Другими словами, сравнивать надо парадигмы.

Сравнение предполагает, что тот, кто сравнивает разные точки зрения, находится где-то вне их, как судья по отношению к обвинителю и защитнику. Или другой, более нейтральный пример: ученый сравнивает пруды, озера и моря. В этом случае он не должен ограничиваться сопоставлением их характеристик, например глубины, объема, происхождения или концентрации бактерий в единице объема воды. Он должен ответить на вопрос, зачем он сравнивает? Другими словами, ну и что? Здесь смысл сравнения не в характеристиках, а в каком-то постороннем вопросе, для ответа на который оно и понадобилось.

В соответствии с такой логикой, в гл. 11 я не сравниваю, а сопоставляю краткие описания трех парадигм. В гл. 12 сделана попытка прямого сравнения двух парадигм ТРИЗ и ТРТО. И наконец, в гл. 13 высказаны дискуссионные соображения о том, каким могло бы быть (и может быть, будет) дальнейшее развитие ТРИЗ.

Еще одно замечание. Не сомневаюсь, что предмет обсуждения, который предлагается в этой части, а так-

же способ, точность и конкретность самого обсуждения вызовут не только интерес, вопросы и отзывы, но и множественную неспецифическую реакцию отторжения и воспаления, как это бывает при попытках пересадить в уже живущий организм чужеродную ткань или орган.

В этой части нет окончательных ответов, но зато есть только поводы для обсуждений.

## **СОПОСТАВЛЕНИЕ ТРЕХ ПАРАДИГМ ЭВОЛЮЦИИ**

**П**ОНЯТИЕ парадигмы включает не только саму концепцию, но и ее носителей (или потенциальных носителей), которые в силу владения определенным понятийным аппаратом, усвоенным ранее, способны эту концепцию понять.

Какие парадигмы эволюции мы должны рассмотреть и сопоставить?

Названия парадигм с неизбежностью условные и неполные. Возникают и существуют они по договоренности между носителями парадигмы. Когда это название говорит один, то второй понимает его так же, как третий и как все остальные. Аналогия: психбольные договорились присвоить каждому анекдоту номер и, вместо того чтобы рассказывать его, говорили: «номер 4», и все смеялись или возмущались его неприличностью.

Итак, первая парадигма, которую мы будем рассматривать, по исторически сложившейся договоренности между ее носителями называется ТРИЗ (теория решения изобретательских задач).

Других носителей второй парадигмы, кроме меня самого, пока нет, поэтому я с трудом, но договорился

сам с собой, что в этой книге буду называть ее ТРТО (теория размножения технических организмов).

Третья парадигма — это концепция эволюции жизни или живых систем, гигантская по сложности и разнообразию совокупность наук, в которой есть разные и даже взаимоисключающие друг друга представления. Но в то же время в ней есть базовые понятия, которые принимаются подавляющим большинством ученых-биологов. Поэтому эту парадигму я буду называть упрощенно и псевдонаучно — «биоэволюция».

Попробуем поэтапно сопоставить три следующие парадигмы — ТРИЗ, ТРТО, биоэволюция. Какими бы они ни были, в их рамках должны быть даны ответы как минимум на следующие вопросы.

1. Роль человека в эволюции.
2. Роль эволюции.
3. Объект (единица) эволюции.
4. Результат эволюции.
5. Движущие силы эволюции.
6. Направление эволюции.

Итак, краткие ответы на эти вопросы в конспективной форме.

## Роль человека в эволюции

**ТРИЗ.** Эволюционная роль человека состоит в том, что он обеспечивает свое собственное существование, а ТС обслуживают человека. Такой подход называется антропоцентризмом. Функциональные роли, которые человек выполняет по отношению к ТС, в число базовых понятий ТРИЗ не входят.

**ТРТО.** Эволюционная роль человека заключается в том, что он обеспечивает размножение ТС. Другими словами, человек обеспечивает появление (изобретение) новых ПТИ—ПТС и размножение их и других существующих ПТИ—ПТС в составе продуктов, построенных на их основе. Понятие «просто человек» в ТРТО никаким образом не используется. Существуют только функциональные роли, которые он исполняет по отношению к ТС, а именно: изобретатель, инвестор,



производитель, продавец, дистрибьютор, потребитель.

*Биоэволюция.* Человек — такой же продукт эволюции жизни, как и другие живые организмы.

## Роль эволюции

*ТРИЗ.* Эволюция ТС первична, существуют законы развития технических систем (ЗРТС) или, в другом представлении, «линии эволюции» ТС. Законы эволюции ТС объективны и от воли человека не зависят. Их можно использовать не только для предсказания, но и для направленного изобретения следующего поколения данной ТС.

*ТРТО.* Эволюция ТС вторична. Первично размножение ПТИ—ПТС в составе продуктов, построенных на основе ПТИ—ПТС. До тех пор, пока есть возможность, новые копии продукта появляются безо всяких целенаправленных изменений.

*Биоэволюция.* Первично размножение или самокопирование. В результате ошибок и неточностей в процессах регуляции и осуществления молекулярных синтезов в клетке, копия живого организма с неизбежностью отличается от оригинала.

Другими словами, существует изменчивость, пределы которой могут варьировать. Возможны популяции, в которых представители одного вида могут отличаться очень сильно. Всем известный пример — собаки различных пород, от карликовых шпицев до гигантских сенбернаров. С другой стороны, возможны популяции, внутри которых различия минимальны, например одна порода собаки. Как известно, это достигается искусственным отбором. Все отклонения выбраковываются человеком из дальнейшего размножения. Разнообразие в результате копирования по законам природы все равно возникает, но его минимизируют искусственным отбором.

В природе существует естественный отбор, который выполняет другую роль. Он превращает один вариант разнообразия в другой. Классический пример — нелетающие жуки на маленьких островах в океане. Все

варианты жуков, которые летали, в конце концов сдуло ветром в океан, где они утонули. Только «уроды» с маленькими крыльями выжили и размножились, но отличия между ними по всем остальным параметрам, кроме крыльев, никуда не делись.

## Объект (единица) эволюции

**ТРИЗ.** Объект эволюции — ТС в единственном экземпляре и в таком виде, какой она должна быть согласно чертежам. Предполагается, что все копии данной ТС одинаковы, поэтому можно работать с одной (любой) из них. Всякая «неодинаковость копий» ТС относится к устраняемым ошибкам. «Неодинаковость копий» не считается эволюционным явлением или другими словами, как фактор эволюции. Другие ТС, в любой степени похожие или не похожие на данную систему, рассматриваются как ресурсы для эволюционного ее развития.

**ТРТО.** Объект микроэволюции — популяция продуктов на основе ПТИ—ПТС. Каждый продукт представлен в виде некоторого количества «неодинаковых копий». «Неодинаковость копий» не рассматривается как фактор эволюции. Популяцию составляют не копии одного продукта, а разные продукты, построенные на основе одной и той же ПТИ—ПТС. Внутренняя структура популяции может быть описана как «радиально-квантовая». «Радиальная», потому что все продукты происходят из одной ПТИ—ПТС, которую на схеме строения популяции можно поместить в центре таким образом, что каждый продукт расположен на конце стрелки, проведенной из центра. В этом смысле структура популяции схематически похожа на ежика с точечным телом (ПТИ—ПТС) и иглами разной длины. На конце каждой иглы находится другое точечное тело (продукт на основе ПТИ—ПТС). Длина иглки может соответствовать промежутку времени между появлением ПТИ—ПТС и данного продукта. Структуру популяции можно называть «квантовой», потому что каждый продукт возникает в результате одношагового перемещения вдоль «линий увеличения сложности ПТИ—ПТС»

до такого «разрешенного» состояния, которое образует продукт, устойчиво способный к размножению.

Объект макроэволюции — это ПТИ—ПТС. Изобретение новой ПТИ—ПТС эквивалентно научному открытию.

*Биоэволюция.* Согласно синтетической теории эволюции объектом и единицей эволюции является популяция организмов, способных скрещиваться и давать плодовитое потомство. Теоретически все особи, входящие в данную популяцию двуполых организмов, могут быть потомками одной пары родителей. «Неодинаковость копий» — один из двух основных факторов эволюции, обеспечивающих изменчивость. Другой фактор — это отбор на способность размножаться в данных конкретных условиях, которые могут меняться с различной скоростью и в различных направлениях, например похолодание, засуха и тому подобное.

## Результат эволюции

*ТРИЗ.* В ходе эволюции появляется следующее поколение данной ТС. Каждая ТС возникает как результат эволюции ее «прототипа», поэтому можно построить некую непрерывную родословную линию поколений одной и той же ТС. В этой родословной ТС, рассматриваемая в начале эволюции, может резко отличаться от того, во что она превратилась в эволюции. Например, самолет братьев Райт превратился в «Боинг 777». Другими словами, можно говорить, что современный реактивный самолет — это результат эволюционного развития первого поколения самолетов.

*ТРТО.* В результате микроэволюции увеличивается количество разных вариантов продуктов, построенных на основе одной ПТИ—ПТС или одной комбинации ПТИ—ПТС. Один продукт не рассматривается как следующее поколение другого. Иными словами, единственным «прототипом-зародышем» для всех продуктов, образующих одну популяцию, служит исходная ПТИ—ПТС или их комбинация. Разные продукты возникают в результате движения вдоль разных «линий усложнения» исходной ПТИ—ПТС. Количество копий нового варианта продукта определяется его способ-

постыю вытеснять другие продукты из существующих ниш и проникать в новые ниши, в которых пока нет продуктов, построенных на основе данной ПТИ—ПТС. В результате макроэволюции появляются новые ПТИ—ПТС, которые далее участвуют в микроэволюции в составе продуктов, возникающих на основе новых ПТИ—ПТС.

*Биоэволюция.* Микроэволюция или, другими словами, адаптационная эволюция позволяет популяции особей, как минимум, не исчезнуть при неблагоприятных изменениях среды, в которой эта популяция существует. Изменчивость и отбор в процессе проникновения особей в новую нишу могут изменить их до неузнаваемости. Например, дельфины — млекопитающие, а они больше похожи на рыб, чем на своих сухопутных предков.

## Движущие силы эволюции

*ТРИЗ.* Возникновение новых потребностей человека, которые могут быть удовлетворены с помощью какой-либо ТС, ведет к тому, что такую систему кто-нибудь в конце концов изобретает.

Стремление к идеальности — любое улучшение любой ТС, которое увеличивает пользу от нее людям и уменьшает наносимый вред, — выгодно, и потому высока вероятность того, что найдутся изобретатели, которые такое изменение придумают и внедрят.

*ТРТО.* Познавательная активность членов «команды размножения ПТИ—ПТС» (люди играют в этой команде следующие роли: инвестор, изобретатель, производитель, дистрибьютор, продавец, потребитель) приводит к открытию новых ПТИ—ПТС, которые позволяют создавать и размножать на их основе новые продукты (например, Леонардо да Винчи 500 лет назад в процессе своих научных занятий изобрел ПТИ—ПТС парашют).

Система патентной защиты — одна из движущих сил эволюции ТС. Она вынуждает изобретателей создавать новые варианты ТС в условиях, когда существующие варианты вполне достаточны. Но деньги от продажи

этих существующих вариантов ТС идут только «в один карман», поэтому неизбежно возникают конкуренты. Создание нового варианта ТС — это надежный способ отхватить часть тех денег, которые уже текут от потребителя ТС к владельцу патента и, следовательно, ничуть не хуже потекут к конкуренту, если его вариант ТС будет лучше. Удовлетворение потребностей потребителя для таких конкурентов не цель, но средство сделать себе деньги.

*Биоэволюция.* Движущие силы эволюции — наследственность, изменчивость, естественный отбор.

## Направление эволюции

*ТРИЗ.* Эволюция ТС идет в направлении повышения идеальности.

*ТРТО.* Единообразно формулируемого направления у микроэволюции ТС (продуктов на основе ПТИ—ПТС) нет. В каждый данный момент в «ближайшей временной окрестности» можно найти такие варианты изменения рассматриваемой ТС, которые окажутся наиболее выгодны потенциальной «команде размножения этой ТС». Эти варианты будут иметь максимальную вероятность успешной реализации. Направление макроэволюции ТС (возникновение новых ПТИ—ПТС) — вопрос открытый.

*Биоэволюция.* Согласно теории «прогрессивной эволюции» живые организмы эволюционируют в направлении повышения сложности.

Приведу две популярные цитаты, которые можно, например, найти на сети по адресу (<http://portal.grsu.by/portal/FACULT/BIOL/LITRA/BOOK/Ea2.htm>).

• «Биологические системы развиваются в направлении усложнения и дифференциации структуры и функций подсистем, повышения независимости от условий среды. Это положение касается общей тенденции эволюции, а не ее конкретных проявлений. В моей теории нет абсолютной тенденции к прогрессу, кроме случаев, обусловленных обстоятельствами» (*Чарльз Дарвин*).

• «Биологи до сих пор не удосужились сформулировать, что же такое прогрессивная эволюция... никто не может всерьез сегодня ответить на вопрос, ведет ли отбор автоматически к прогрессивной эволюции. На вопрос — кто прогрессивнее: чумная бацилла или человек — до сих пор нет убедительного ответа» (Н.В. Тимофеев-Ресовский).

Еще одна цитата из работы, опубликованной по адресу <http://www-sbras.nsc.ru/HBC/2003/n47-48/f08.html>

• «Прогрессивная эволюция — это эволюция регуляторных генетических систем организмов. В основе кодирования генетической сложности лежит комбинаторный принцип, позволяющий очень экономно записывать в геномах огромное количество информации о генетических программах, выполняемых генами сетями. Комбинаторный принцип, буквально пронизывающий кодирование генетических программ функционирования высших эукариот, способен обеспечивать в ходе эволюции быстрое, скачкообразное появление новых морфотипов за счет переключения уже существующих программ онтогенеза. Наконец, еще один принципиальный результат. Прогрессивная эволюция, сопровождающаяся усложнением, не имеет адаптивного (по отношению к окружающей среде) характера. Это весьма неожиданное и принципиальное положение было сформулировано совсем недавно» (*Science*. 2003. 302. P. 1401–1404).

## **Краткое сравнительное описание трех парадигм эволюции**

### **ТРИЗ**

В современном ТРИЗ явно видны несколько автономно развивающихся областей, которые не полностью перекрываются и имеют разные стимулы развития.

• Первая область — изобретение систем или процессов, которые имеют прототип. Такое изобретение может иметь разную степень новизны, от маленькой до очень большой.

• Вторая область — эволюция ТС. Описание и объяснение эволюции ТС осуществляется с позиций антропоцентризма. Другими словами, идея эволюции техники родилась и применяется прежде всего для повышения эффективности решения изобретательских задач. Образно говоря, в ТРИЗ эволюция по своему происхождению и воспитанию — служанка изобретения, которая настойчиво работает над собой, чтобы выбиться в люди.

• Третья область, в детали строения которой я не буду углубляться — это, по определению практикующих тризовцев «нетехнические приложения ТРИЗ» (педагогика, социальные отношения, бизнес, искусство и т.д.).

ТРИЗ — антропоцентрическая теория, согласно которой существует человек, который создает и использует ТС, чтобы они его обслуживали. Функциональные роли, которые человек выполняет по отношению к ТС, в число базовых понятий ТРИЗ не входят. Законы эволюции ТС объективны и от воли человека не зависят. Их можно использовать не только для предсказания, но и для направленного изобретения следующего поколения данной ТС.

ТРИЗ предполагает, что все копии данной ТС одинаковы, поэтому можно работать с одной (любой) из них. Всякая «неодинаковость» копий ТС считается устраняемой ошибкой. «Неодинаковость копий» не относится к факторам эволюции. Другие ТС, в любой степени похожие или не похожие на данную систему, рассматриваются как ресурсы для ее эволюционного развития.

В ТРИЗ-парадигме единицей эволюции считается ТС, которая эволюционирует от прототипа к изобретению, которое называют «следующее поколение ТС». На следующем шаге эволюции это изобретение становится прототипом для следующего изобретения. Другими словами, предполагается, что каждая новая ТС — это результат внесения изменений в уже существующую, которая тем самым оказывается прототипом новой. Такая преемственность позволяет вводить и использовать в качестве инструментов как «законы разви-

тия технических систем» (ЗРТС), так и «линии эволюции» ТС.

Как известно, патентное описание требует указывать те ТС, которые можно рассматривать как прототипы данного изобретения. Это значит, что оно тоже оперирует в рамках парадигмы, согласно которой единицей эволюции техники служит одна ТС.

В ТРИЗ-парадигме движущей силой эволюции является возникновение новых потребностей человека, для удовлетворения которых изобретатели изобретают новые ТС.

Эволюция идет в направлении повышения идеальности ТС. Любое улучшение любой ТС, которое увеличивает пользу и уменьшает наносимый вред, — выгодно, и потому высока вероятность того, что найдутся изобретатели, которые такое улучшение придумают и «внедрят».

Составная часть парадигмы, наряду с идеями, — носители этих идей. Для сравнения разных подходов к пониманию и описанию эволюции, которое я пытаюсь осуществить в этом разделе, важно следующее.

Носители ТРИЗ-парадигмы — это прежде всего люди с образованием, которое традиционно называется техническим и цель которого научить специалиста понимать, как устроена и работает ТС, как ее поддерживать в рабочем состоянии и как ее ремонтировать, если понадобится. Техническое образование не дает опыта теоретической и практической работы с понятиями «размножение», «популяция», «изменчивость» и «отбор».

## ТРТО

ТРТО постулирует, что эволюционная роль человека заключается в том, что он обеспечивает размножение ТС. Другими словами, человек обеспечивает появление (изобретение) новых ПТИ—ПТС и размножение их и других существующих ПТИ—ПТС в составе продуктов, построенных на их основе.

Понятие «просто человек» в ТРТО никаким образом не используется. Существуют только функциональные роли, которые человек исполняет по отношению к ТС в составе «команды размножения ПТИ—ПТС», а



именно: изобретатель, инвестор, производитель, дистрибьютор, продавец, потребитель.

В рамках ТРТО эволюция ТС вторична. Первично размножение ПТИ—ПТС в составе продуктов, построенных на основе ПТИ—ПТС. До тех пор, пока есть возможность, новые копии продукта появляются без всяких целенаправленных изменений.

Согласно ТРТО объектом микроэволюции ТС служит популяция продуктов, построенных на основе ПТИ—ПТС. Каждый такой продукт представлен в виде некоторого количества «неодинаковых копий». «Неодинаковость копий» не рассматривается как фактор эволюции. Популяцию составляют не копии одного продукта, а разные продукты, построенные на основе одной и той же ПТИ—ПТС.

Внутренняя структура популяции может быть описана как «радиально-квантовая». «Радиальная», потому что все продукты происходят из одной ПТИ—ПТС, которую на схеме строения популяции можно поместить в центре таким образом, что каждый продукт расположен на конце стрелки, проведенной из центра. В этом смысле структура популяции похожа на ежика с точечным телом (ПТИ—ПТС) и иглами разной длины. На конце каждой иглы находится другое точечное тело (продукт на основе ПТИ—ПТС). Длина иголки может соответствовать промежутку времени между появлением ПТИ—ПТС и данного продукта. Структуру популяции можно называть и «квантовой», потому что каждый продукт возникает в результате одношагового перемещения вдоль «линий увеличения сложности ПТИ—ПТС» до такого «разрешенного» состояния, которое образует продукт, способный к устойчивому размножению.

В результате микроэволюции увеличивается количество разных вариантов продуктов, построенных на основе одной ПТИ—ПТС или одной их комбинации. Один продукт не рассматривается как следующее поколение другого. Другими словами, единственным «прототипом-зародышем» для всех продуктов, образующих одну популяцию, служит исходная ПТИ—ПТС или комбинация нескольких. Разные продукты возни-

кают в результате движения вдоль разных «линий усложнения» исходной ПТИ–ПТС. Количество копий нового варианта продукта определяется его способностью вытеснять другие продукты из существующих ниш и проникать в новые ниши, в которых пока нет продуктов, построенных на основе данной ПТИ–ПТС.

Объект макроэволюции — это ПТИ–ПТС. Изобретение новой ПТИ–ПТС эквивалентно научному открытию. В результате макроэволюции появляются новые ПТИ–ПТС, которые далее участвуют в микроэволюции в составе продуктов, возникающих на основе новых ПТИ–ПТС.

Удивительным образом получается, что движущими силами эволюции технических систем в ТРТО оказываются две крайности: возвышенные человеческие качества (тяга к знаниям, любознательность, творческие способности) и низменная жажда наживы. Другими словами, человек полностью вовлечен в процесс эволюции ТС.

Познавательная активность членов «команды размножения ПТИ–ПТС» (напомню, люди играют в этой команде следующие роли: инвестор, изобретатель, производитель, дистрибьютор, продавец, потребитель) приводит к открытию новых ПТИ–ПТС, которые позволяют создавать и размножать на их основе новые продукты. Например, Леонардо да Винчи ни с того ни с сего, неизвестно зачем и почему, безо всякой практической пользы 500 лет назад изобрел ПТИ–ПТС парашют. Нет другого объяснения его поступку, кроме как считать открытие ПТИ–ПТС таким же творчеством, как наука, поэзия и живопись, которыми он занимался.

Система патентной защиты — другая движущая сила эволюции ТС. Она вынуждает изобретателей создавать новые варианты ТС в условиях, когда существующие варианты вполне достаточны. Но деньги от продажи этих существующих вариантов ТС идут только «в один карман», отчего неизбежно возникают конкуренты. Создание нового варианта ТС — надежный способ отхватить часть тех денег, которые уже текут от потребителя ТС к владельцу патента и, следовательно, ни-

чуть не хуже потекут к конкуренту, если его вариант ТС будет лучше. Удовлетворение потребностей потребителя для таких конкурентов не цель, но средство сделать себе деньги.

Единообразно формулируемого направления у микроэволюции ТС (продуктов на основе ПТИ—ПТС) нет. В каждый данный момент в «ближайшей временной окрестности» можно найти такие варианты изменения рассматриваемой ТС, которые окажутся наиболее выгодны потенциальной «команде размножения этой ТС» и будут иметь максимальную вероятность успешной реализации. Направление макроэволюции ТС (возникновение новых ПТИ—ПТС) — открытый вопрос, на который у меня пока нет ответа.

Составной частью парадигмы наряду с идеями служат носители этих идей. Для сравнения разных подходов к пониманию и описанию эволюции важно, что практикующими носителями парадигмы ТРТО могут быть только люди с элементами образования, включающего понятия «размножение объектов, популяция объектов, изменчивость и отбор». Традиционно сложилось, что эти представления наиболее глубоко разработаны в науках, изучающих биологические объекты, поэтому знание и понимание биологических теорий эволюции превращается в обязательное условие понимания эволюции технических систем. Такое требование до сих пор не возникало ни в историческом описании техники, ни в ТРИЗ.

### Биоэволюция

Не буду описывать то, что известно всем, кто проходил биологию в средней школе или даже в институте. Я представлю здесь фрагменты из двух публикаций, в которых рассматриваются последние результаты молекулярных исследований, проливающих новый свет на проблемы эволюции живых организмов.

*Фрагменты из публикации: Н.А. Колчанов. Моделирование биологической эволюции. 2003 (<http://www-sbras.nsc.ru/HBC/2003/n47-48/f08.html>).*

Согласно современным представлениям, жизнь на

Земле возникла примерно 3,5 млрд лет назад после предбиологической эволюции в форме прогенот, простейших одноклеточных бактериоподобных структур. Около 2 млрд лет назад на эволюционном древе появились три ветви: безъядерных эубактерий, архибактерий и эукариот, клетки которых имеют ядро. Эубактерии и архибактерии в дальнейшем совершенствовались только на метаболическом уровне, в то время как эукариоты развивались на уровне морфологическом и физиологическом. В дальнейшем мы можем отметить еще несколько критических этапов в эволюции, в частности возникновение растительных царств, животных и, как венце эволюции, появление человека со сложной физиологией и интеллектом. Проблема состоит в том, чтобы понять, каким образом в линии эукариот нарастала сложность, как и где она кодировалась, каковы механизмы, приведшие от простейших систем к очень сложным организмам.

Многие надеялись, что на этот вопрос позволит ответить массовое секвенирование геномов, поскольку именно в геномах зафиксированы фенотипические характеристики организмов. Однако результаты были не просто обескураживающими, но шокирующими. Оказалось, что сложноорганизованный организм — плодовая мушка дрозофила — обладает набором примерно из 13 тыс. генов, несравненно более простой червь *Celagans* — из 19 тыс., у человека их — около 35 тыс., а у примитивной рыбы фугу — от 30 до 40 тыс. Выясняется, что морфологическая и физиологическая сложность организмов никоим образом не зависит от количества генов.

Вопрос еще более обостряется при сравнении организмов, эволюционное родство которых надежно реконструировано с помощью методов молекулярной филогении. Различия в морфологии и среде обитания этих существ могут быть колоссальными. Типичный пример — афротерии, т.е. животные, чья эволюция происходила преимущественно в Африке. Прыгунчик имеет вес всего в несколько граммов, а в эволюционных масштабах близкий его родственник слон — около

двух тонн. Ламантин живет в воде, а его родич трубкозуб с огромной скоростью роет норы под землей. Общие эволюционных предков имеют такие разные, казалось бы, отряды млекопитающих, как парнокопытные и китообразные. (Интересно, что эти данные первоначально были получены молекулярными методами, а потом подтверждены палеонтологически). Каким образом биологической организации удастся накопить столь внушительные различия за короткие по эволюционной мерке промежутки времени?

По-видимому, дело заключается в эволюции регуляторных генетических систем. Прогрессивную эволюцию можно определить как эволюцию регуляторных механизмов, способов записи и кодирования генетической информации.

Основные факторы и механизмы эволюции — это наследственность (в настоящее время преимущественно в форме ДНК), изменчивость (одиночные и множественные нуклеотидные замены, рекомбинации, геномные мутации, транспозиции мобильных элементов, горизонтальный перенос генетической информации из генома в геном) и отбор. Последний, в свою очередь, бывает трех видов: движущий, стабилизирующий и дестабилизирующий. Отбор обеспечивает дифференциацию организмов по их выживаемости и количеству потомков, которых они оставляют.

Существуют два типа регуляторных мутаций. Мутации первого типа затрагивают регуляторные районы генов, меняя структуру ДНК. Мутации второго типа касаются структуры регуляторных белков, воздействуют на тонкие химические соответствия между регуляторным белком и молекулой ДНК.

В настоящее время можно утверждать, что кодирование генетической информации носит блочный характер. Регуляторный район гена имеет сайты связывания соответствующих белков. В результате взаимодействия сайтов с белками формируется сложный транскрипционный комплекс, от которого зависит, каким способом, в какой ткани, в ответ на какой вызов будет работать ген. Емкость такого способа кодирования генетической информации исчисляется как

2 в  $n$ -й степени, где  $n$  — количество сайтов. В качестве реального примера можно взять один из генов крысы, регуляторный район которого имеет 40 сайтов. Это значит, что емкость района составляет примерно 10 в 12-й степени, т.е. немногим меньше, чем количество клеток в организме. Таким образом, комбинаторное кодирование регуляторных районов является эволюционным приобретением широкого профиля с колоссальной информационной мощностью.

Известно, что регуляторные белки, контролирующие транскрипцию, эволюционируют с огромной скоростью, гораздо быстрее, чем все прочие. Сходство между этими белками в разных организмах минимально. Это позволяет получать очень сильно отличающиеся фенотипические варианты за короткие промежутки времени.

Наглядный пример — история происхождения «царицы полей» — кукурузы. Установлено, что маис был выведен из предковой формы теосинта в результате интенсивной селекции около 7 тыс. лет назад. Некоторые факты наводят на мысль, что безымянных селекционеров эпохи неолита можно даже именовать генетиками. Результатом упорного труда, занявшего, по-видимому, несколько сотен лет, стал початок, который по праву считается главным достоянием этого растения. Произошедшая метаморфоза оказалась возможной за счет того, что в регуляторном районе гена были накоплены уникальные мутации, которые, объединившись, позволили гену *tb1* (teosinte-branched-1) контролировать рост кукурузы. Имевшееся генетическое разнообразие было сконцентрировано в одном промоторе за весьма короткий промежуток времени.

Любой фенотипический признак — результат работы определенной генной сети, т.е. группы координированно функционирующих генов. Генные сети подразделяются на четыре класса: гомеостаза, циклических процессов, стрессового ответа и морфогенеза. Можно сказать, что генные сети являются молекулярными генетическими автоматами (*хороший кандидат на роль «простой генетической системы»?* — Г. З.), формирующими фенотипические признаки организма. Результат оп-

ределяется характером преобладающих в каждом конкретном случае обратных связей. Например, в генной сети гомеостаза работают преимущественно отрицательные обратные связи. Циклические процессы отличаются балансом положительных и отрицательных, а вот стрессовый ответ и дифференцировка клеток организма в очень сильной степени контролируется положительными обратными связями. Существенно, что в каждой из этих генных сетей имеется центральный регулятор, который активирует и контролирует одновременно транскрипцию нескольких десятков генов, собранных в своеобразные кассеты — классический блочно-модульный принцип организации. Понятно, что мутации, организованные таким центральным регулятором, носят системный характер, поскольку они нарушают или изменяют, улучшают или ухудшают работу огромных групп генов.

Яркий пример подобного рода системной мутации на генной сети — судьба цветка *Arabidopsis thaliana*. Развитие каждого из органов цветка (пестика, тычинок, лепестков, чашелистика) контролирует определенный фрагмент молекулярного генетического автомата — генной сети. Этот автомат можно перепрограммировать искусственно, с помощью трансгеноза — перенести в него ген, кодирующий нужный нам признак. В результате получают растения, отличающиеся друг от друга настолько, насколько могут отличаться разные виды. Таким образом, перепрограммирование клеточного автомата на высоком иерархическом уровне может приводить к принципиальным изменениям фенотипа. Этим сейчас пользуются генетики для создания трансгенных растений. Все регуляторные белки, управляющие молекулярным генным автоматом, возникли из некой предковой формы около 500 млн лет назад, и перепрограммирование этого автомата осуществлялось в природе в ходе эволюции путем возникновения все новых и новых форм названных белков.

Пример макросистемных мутаций, работающих по принципу положительной обратной связи — генная сеть апоптоза, которая запускает самоубийство клетки за счет взаимодействия *Fas*-лиганда с рецептором.

Масса погибшей клетки на 10 порядков превышает массу лиганда! Это классический пример усиления сигнала в системе с положительной обратной связью. Он дает системе огромную эффективность. Не надо громоздить гигантский аппарат, который должен обеспечить высокую концентрацию белков, разрушающих клетку, — достаточно создать в ходе эволюции тонкую изящную конструкцию, включающуюся время от времени, когда требуется избавиться от ненужных клеток. Мутации в генных сетях с положительной обратной связью, с одной стороны, особенно опасны для нормы, поскольку могут исказить функционирование сети и привести к качественному изменению признака, с другой стороны, они могут быть полезны в ходе эволюции, особенно если эти генные сети вовлечены в процесс онтогенеза.

Именно регуляторные контуры с каскадом положительных обратных связей могут считаться наиболее вероятным двигателем процессов видообразования.

Еще один тип макросистемных мутаций связан с существованием так называемых генных сетей-интеграторов, координирующих целые ансамбли подчиненных им сетей. В качестве примера можно привести сеть, контролирующую уровень свободных радикалов в противовоспалительном ответе. Она запускается определенными факторами и одновременно активирует кассету из шести других генных сетей, куда входят антиоксидантный ответ, остановка клеточного цикла, апоптоз, противовоспалительная сеть, метаболизм железа и ответ теплового шока. Ясно, что мутация в сети-интеграторе тоже может приводить к макросистемным изменениям.

В каждой генной сети имеется исполнительная и регуляторная компонента. Глубокие размышления вызывает информация о соотношении метаболических и регуляторных компонент цикла трикарбоновых кислот кишечной палочки. В данном случае исполнительная компонента, которая обеспечивает весь метаболизм в этом цикле, включает 139 процессов, а регуляторная — 1882 процесса. На одну метаболическую компоненту приходится более десятка регуляторных!



Это наглядная иллюстрация того, что происходит в ходе длительной эволюции. Бактерии совершенствовались в течение 3 млрд лет. Исполнительная компонента консервативна у всех бактерий. Она консервативна даже у высших организмов. Вся специфика, все эволюционные инновации сосредоточены именно в регуляторной компоненте, которая «навешивается» на очень консервативный и стандартный метаболический блок.

Как же возникают и усложняются регуляторные контуры в ходе эволюции? Кратко этот механизм можно описать следующим образом. Рассмотрим систему с отрицательной обратной связью, контролирующую величину определенного параметра  $X$  (допустим, концентрацию белка). В данном случае регулирующим воздействием является скорость биосинтеза — если в результате какого-либо внешнего воздействия или мутации концентрация белка отклоняется от нормы, *status quo* будет восстанавливаться за счет изменения скорости его наработки. Если отрицательная обратная связь отсутствует, все мутации, возникающие в генотипе, проявляются на уровне фенотипа. Но чем отрицательная обратная связь сильнее, тем крепче «зажата» популяционная изменчивость. Этот процесс называется нейтрализацией мутационной изменчивости под действием отрицательной обратной связи.

В режиме стабилизирующего отбора, преобладающего при сохранении постоянной среды, абсолютное преимущество имеют особи с отрицательной обратной связью, поскольку у них минимизируется проявление любых мутаций, а приспособленность к существующей среде выше, чем у организмов с ослабленной или отсутствующей отрицательной обратной связью.

Если же мы рассмотрим движущий отбор, который работает в условиях выраженного однонаправленного изменения среды, то здесь преимущество будут иметь особи без отрицательной обратной связи — у них сильнее всего вскрывается генетическая изменчивость, поэтому именно они имеют шанс выжить «в эпоху перемен».

Таким образом, имеет место чередование стабили-

зирующего и дестабилизирующего отборов. В первом случае происходит формирование регуляторных контуров, во втором — их разрушение и вскрытие изменчивости, накопленной в условиях спокойной эволюции.

Суммируем некоторые выводы. Прогрессивная эволюция — это эволюция регуляторных генетических систем организмов. В основе кодирования генетической сложности лежит комбинаторный принцип, позволяющий очень экономно записывать в геномах огромное количество информации о генетических программах, выполняемых генными сетями. Комбинаторный принцип, буквально понизывающий кодирование генетических программ функционирования высших эукариот, способен обеспечивать в ходе эволюции быстрое, скачкообразное появление новых морфотипов за счет переключения уже существующих программ онтогенеза (*комбинаторика простых генетических систем (ПГИ–ПГС), которую интересно будет сопоставить с комбинаторикой ПТИ–ПТС. – Г.З.*).

*Фрагменты из публикации: В.В. Вельков. Имеет ли смысл прогрессивная эволюция? 2004 (<http://www.cbio.ru/v5/modules/news/article.php?storyid=184>)*

Если непонятно, что такое прогрессивная эволюция, — какой смысл говорить о ее смысле? Тем не менее... Наш выдающийся эволюционист А.Н. Северцов разработал понятие о биологическом прогрессе. И, наверное, эволюция, которая к этому прогрессу приводит, и будет прогрессивной. А биологический прогресс — это (по Северцову) победа вида в борьбе за существование, достигнутая любой ценой.

Критерии биологического прогресса — рост численности, расширение ареала, распадение на подчиненные таксоны. Если так, то самыми прогрессивными будут одноклеточные безъядерные микроорганизмы (прокариоты). Ибо количество микробов в биосфере составляет астрономическую величину —  $4\text{--}6 \times 10^{30}$  клеток, скорость продукции всех микроорганизмов планеты —  $1,7 \times 10^{30}$  клеток в год. А ареал их распространения характеризуются огромным

разнообразием условий: температура — от  $-10^{\circ}\text{C}$  (психрофилы) до  $+105^{\circ}\text{C}$  (термофилы), pH — от 1,0 (ацидофилы) до 11,0 (алкалофилы); некоторые могут расти в присутствии высоких концентраций тяжелых металлов, в насыщенных растворах солей (галофилы), могут потреблять и свет, и различные ксенобиотики, например полиароматические углеводороды.

Так что венец эволюции — *Homo sapiens*, с его численностью всего в  $6 \times 10^9$  особей, «отдыхает». Но, с другой стороны, что же привело этот вид к высоким показателям IQ, к способности ходить по Луне, бродить по Интернету и спускаться в Марианскую впадину? И тем самым распространяться «вперед во все стороны»? А то ли еще будет?

Для пользы дела договоримся полагать прогрессивной такую эволюцию, которая ведет к усложнению, т.е. к появлению новых элементов (новых генов, типов клеток, органов и т.д.) и к увеличению количества связей между ними. Будем понимать сложность как комплексность. Хотя, разумеется, более сложный отнюдь не значит более эффективный и, тем более, более оптимальный, а как с изумлением увидим позже — «с точностью до наоборот».

Теперь переформулируем вопрос: каковы эволюционные механизмы, приводящие организмы к усложнениям, и в чем смысл этих усложнений? Для чего живые организмы усложняются и совершенствуются? Ради какой цели?

Эволюция движется естественным отбором. Точнее, как принято считать, по двум его типам — направляющему и дизруптивному; третья форма отбора — стабилизирующий.

Когда условия среды долго не изменяются, отбор, как полагалось, «никуда не движет», но благоприятствует — сохраняет особей, количественные признаки которых близки к средним значениям или равны ему. Стабилизирующий отбор действует постоянно, ибо слабо приспособленные формы постоянно возникают из-за непрерывно идущей генетической изменчивости. Другое название стабилизирующего отбо-

ра — очищающий, т.к. он очищает популяцию от менее жизнеспособных особей.

Направляющий отбор возникает при изменении условий среды и благоприятствует тем особям, у которых количественные значения характеристик отклоняются от их средних значений. На такой отбор популяция отвечает сдвигом среднего значения признака (фенотипического оптимума), существенного для повышения жизнеспособности в изменившихся условиях среды.

Дизруптивный (или разрывающий) — отбор, благоприятствующий более чем одному фенотипическому оптимуму, т.е. совершенно различным генотипам, и действующий против промежуточных форм. Дизруптивный отбор может привести к дивергенции и изоляции — состояниям, при которых оптимумы представлены особями, образующими локально адаптированные «субпопуляции». При длительном дизруптивном отборе популяция расщепляется на две или более субпопуляций, что может приводить к репродуктивной изоляции (субпопуляции перестают скрещиваться между собой), а затем к — дивергентному видообразованию.

И теперь вспомним вопрос Н.В. Тимофеева-Ресовского, который он сформулировал в своей последней публикации: «Обязательно ли длительное действие естественного отбора приводит к прогрессивной эволюции?» На первый взгляд вопрос кажется очень простым. Если генетическая изменчивость идет постоянно и если условия среды постоянно меняются, разумеется — да. Но разве естественный отбор не действовал и не действует на микробов? Или ДНК у них «железная», не мутирует? Что же у них не сложилось с увеличением сложности? Начнем, однако, с самого начала.

Жизнь — это самовоспроизведение системы из элементов среды, которая ее окружает. Если молекула способна к самовоспроизведению, если она сама строит себя из того, что вокруг нее, то это и есть жизнь. Совершенно неожиданно при исследовании генов эукариот были обнаружены «молекулярные ископае-

мые» — остатки древнейших живых молекул — рибозимов, до сих пор сохранивших некоторые из своих удивительных свойств. Рибозим — это фермент (энзим), представляющий собой линейную молекулу РНК, трехмерная структура которой определяется последовательностью нуклеотидов. Рибозимы способны осуществлять ферментативную, или, иначе говоря, энзиматическую функцию. Названы они были от англ. *ribonucleic acid enzyme*. До их открытия считалось, что ферментами могут быть только молекулы белков. Но оказалось, что рибозимы, так же как и ферменты белковой природы, способны осуществлять практически весь спектр ферментативных реакций. Более того, одна из самых основных молекулярных строительных машин клетки — рибосома, осуществляющая трансляцию (декодирование) генетической информации при биосинтезе белков, также имеет рибозимную активность. Но самое волнующее свойство некоторых рибозимов — их способность к размножению: они самовоспроизводятся.

Некоторые рибозимы могут быть одновременно и своим собственным геном (матрицей для синтеза собственных копий), и энзимом, который такой синтез (репликацию) осуществляет и создает, тем самым, свою копию из четырех нуклеотидов (находящихся в растворе), полимеризуя их в той же последовательности, в какой они расположены в его гене. Получившиеся две молекулы могут затем размножиться до четырех, затем до восьми и ...лишь бы хватило нуклеотидов. Полагается, что жизнь зародилась в виде автореплицирующихся рибозимов, создавших Мир РНК. Из Мира РНК, населенного рибоорганизмами (следов которых пока не найдено), образовался Мир ДНК, в котором генетическую информацию несет ДНК.

Но где же эволюция? Ведь возрастает только количество (молекул), но их качество, вроде бы, не изменяется? Источник эволюции, — случайные ошибки, возникающие при репликации. Копирование никогда не происходит с абсолютной точностью. Первый тип ошибок, которыми движется эволюция, — так называемые точечные мутации, изменяющие правильный нук-

леотид на неправильный (не комплементарный) или приводящие к вставке лишнего нуклеотида, или к выпадению нужного. Не абсолютно точное копирование РНК приводит к тому, что изменившаяся последовательность нуклеотидов изменяет и функции рибозима, например, увеличивает скорость его авторепликации. И тогда потомки такого «счастливого» мутанта получают преимущество и заполняют собою «сушу и воды». Однако вредные мутации возникают гораздо чаще, чем полезные. А вредная мутация замедляет самовоспроизведение, и такие мутантные молекулы «вымирают». Это уже дарвиновская эволюция молекул, естественный отбор, которой направлен на увеличение скорости их размножения и который должен привести к тому, что планетарный океан будет заполнен наиболее быстро автореплицирующимися «живыми» молекулами.

Но где же усложнение и совершенствование? В данном контексте самый совершенный — наиболее быстро реплицирующийся. На этом эволюция должна была бы и остановиться, если бы не...

Если бы не удвоение генов. Этот тип мутаций, возникающих при репликации, называют дупликациями. Новосинтезированная линейная молекула не отделяется от исходной матрицы, чтобы затем существовать независимо, а из-за ошибки репликации присоединяется к концу матрицы, с образованием дупликации исходного гена. Из гена АБВГД образуется [АБВГДабвгд], а не [АБВГД] + [абвгд]. Такой новый рибозим, состоящий уже из двух идентичных генов, кодирующих одну и ту же функцию (имеющих один и тот же смысл), также может реплицироваться. И при этом, разумеется, все по той же причине («no one is perfect»), при его репликации также происходят точечные мутации, ухудшающие или улучшающие его самовоспроизведение (чаще всего, разумеется, ухудшающие). Предположим, что такая мутация (обозначим ее звездочкой — \*) произошла в первом гене АБВ\*ГДВабвгд. В таком, слегка «ослабленном», но все еще реплицирующемся тандемном рибозиме дальнейший мутационный процесс может привести к случайному возникно-

вению мутации, восстанавливающей эффективность репликации. Это отнюдь не означает, что в результате такой мутации в точности восстановится исходная последовательность АБВГДабвгд. Такая восстанавливающая (супрессорная) мутация может произойти и во втором гене и привести к образованию структуры типа АБВ\*ГДабвг\*д. Функция (смысл) такой структуры стала такой же, как и у исходной дупликации АБВГДабвгд, однако теперь эта функция определяется двумя похожими, но уже разными генами («синонимами») АБВ\*ГД и абвг\*д. Этот процесс в молекулярной генетике назван субфункционализацией. В ее результате и происходит дифференциация функций дуплицированных генов, увеличение их специализации.

В целом, причина образования новых генов — это два случайных процесса: ошибки копирования при репликации и образование дупликаций. И затем, под действием отбора, сохраняющего общий «смысл» (жизнеспособность), происходит сужение «смысла» каждого из удвоенных генов, что может приводить к расширению исходного общего смысла всей дуплицированной области. Из-за случайной дупликации и случайных точечных мутаций то, что раньше «делал» один ген, теперь делают два, которые друг без друга существовать уже не могут. Вот и усложнение, первопричина которого — случайные удвоения генов.

Но эволюция изобрела и другой механизм создания новых генов. Представления о нем возникли после открытия ошеломляющего строения генов эукариот.

Оказалось, что внутри генов эукариот всегда есть участки, которые информационного смысла не имеют и не кодируют ни полипептидов, ни стабильных РНК. Эти участки называли интронами. Термин *интрон* образован из английских слов — *intervening zone* — зона, «перемежающая смысловую последовательность гена. А те участки, которые смысл имеют, т.е. кодируют, были названы экзонами. *Экзон* — от *expressing zone* — экспрессируемая зона гена. Экзоны, как оказалось, кодируют так называемые модули (или домены) — части белковых молекул, играющие важную роль в функционировании белков (*аналогов ПТИ-ПТС?* — Г.З.). Белковые мо-

лекулы состоят из нескольких модулей. Как правило, экзон кодирует участок полипептидной цепи длиной 30—40 аминокислот. А большинство интронов имеет длину от 40 до 125 нуклеотидных пар. Но как работает такой ген, состоящий из мозаики экзонов и интронов?

А вот как:

*Спеолдрласитьсийситбцнгорлю!*

Бессмысленное слово, не так ли? Но если из него удалить все интроны? Тогда получится сплайсинг. Именно этот процесс и необходим для реализации функции эукариотного гена — все не смысловые (не кодирующие) участки должны быть удалены. Но не из гена, а из комплиментарной ему РНК, которая должна быть синтезирована РНК-полимеразой. Термин «сплайсинг» в буквальном переводе означает «соединение». После вырезания интронов экзоны должны быть соединены.

Итак, чтобы эукариотный ген заработал, необходимо создать (путем транскрипции) комплементарную РНК — копию мозаичного гена, состоящую из экзонов и интронов, из РНК интроны удалить, а экзоны объединить. Полученный окончательный транскрипт (теперь приобретший смысл) уже может быть использован для реализации его функции, для трансляции, например. Что важно, интроны из первичного транскрипта удаляются по очереди, а не все сразу. Вот так:

*Спеолдрласитьсийситбцнгорлю*

*Спласитьсийситбцнгорлю + еолдр*

*Сплайситбцнгорлю + еолдр + ситьц*

*Сплайсингорлю + еолдр + ситьц + итбц*

*Сплайсинг + еолдр + ситьц + итбц + орлю.*

Таким образом, если в гене есть N интронов, то для сплайсинга необходимо N стадий вырезания интронов и сшивания экзонов. И если в какой-нибудь стадии произойдет ошибка, например, при вырезании интронов будет вырезан один нуклеотид из экзона — это приведет к тому, что ген свою функцию не выполнит и «наказанием» за такую неточность будет или смерть, или тяжелое нарушение жизнеспособности, что в ряду поколений кончится тем же летальным исходом.

Для чего же нужна такая умопомрачительная, весь-



ма дорогостоящая и опасная, в случае ошибок, сложность? А для *Аищалцуюофьолтжиуекеруюнабютхайп-ровбюуныцфыйооопс*. В этом «гене» 12 экзонов и 12 интронов. Если в 12 стадий удалить поочередно все интроны, то получится название особого типа сплайсинга: *альтернативный*.

И вот в чем смысл альтернативного сплайсинга: некоторые четко определенные экзоны вырезаются вместе с интронами. И тогда из «*аищалцуюофьолтжиуекеруюнабютхайп-ровбюуныцфыйооопс*» получится:

*альтернативный* + *ища+цуюофе+ол+жиукеую+бюу+ха+про+бюу+ыцф+ооопс*

*альт* + *ища+цуюофе+ол+жиуекеруюнабютхайп-ровбюуныцфыйооопс*

*нативный* + *аищалцуюофьолтжиуекерую+бюу+ха+про+бюу+ыцф+ооопс*

*наивный* + *аищалцуюофьолтжиуекерую+бюутха+про+бюу+ыцф+ооопс*

*левый* + *аища+цуюофьолтжиу+керуюнабютхайп-ровбюуныцф+ооопс*

*лев+аища+цуюофьолтжиу+керуюнабютхайпро+бюуныцфыйооопс*

В итоге из одного, казалось бы, бессмысленного слова получено шесть вполне осмысленных. А если это слово — ген?

Действительно, путь стыковки экзонов, принадлежащих одному гену, может быть множественным. Некоторые экзоны могут удаляться вместе с интронами. Такой альтернативный сплайсинг приводит к тому, что один и тот же ген кодирует семейство структурно схожих, но функционально разных белков. На данный момент максимальное известное количество разных белков, которое может кодировать один ген, составляет около 40 000! (Сумма прописью — *сорок тысяч*.) Например, ген дрожифилы, который кодирует один из белков рецептора аксона, за счет альтернативного сплайсинга может приводить к образованию 38 016 различных информационных РНК. Этот ген содержит 95 альтернативных экзонов. Но все ли гены экспрессируются за счет альтернативного сплайсинга? Согласно текущим знаниям, по крайней мере 74% генов челове-

ка работает с помощью альтернативного сплайсинга!

Теперь самое время задаться вопросом: что такое ген?

Ген (эукариотный) — это длинная, преимущественно случайная, не кодирующая последовательность нуклеотидов, в которой расположены участки (экзоны), способные после вырезания из транскрипта этого гена и объединения в строго определенной очередности кодировать определенную функцию.

Особо отметим, что при альтернативном сплайсинге порядок расположения экзонов не нарушается. В окончательном варианте сплайсированной РНК некоторые экзоны могут присутствовать или отсутствовать, но местами они не меняются. Например, в окончательном сплайсированной РНК экзоны 1—2—3—4—5—6 могут быть, например, в последовательности 2—4—6, но не в последовательностях 4—2—6 или 6—4—2. Таким образом, из одного и того же транскрипта гена, используя разные варианты распознавания, вырезания и соединения разных экзонов, можно получить множество разных изоформ белков, с общими некоторыми аминокислотными последовательностями, но с различными функциональными свойствами. И то, что сначала наивно полагали бессмысленным — мозаичная структура генов — на деле оказалось весьма эффективным и экономичным способом кодирования множества смыслов за счет ограниченного числа знаков. Правда, это привело к значительному усложнению правил обнаружения таких смыслов. Путь альтернативного сплайсинга в большой степени определяется регуляторными сигналами клетки, характеризующими ее состояние. В ответ на изменение физиологической ситуации из одного и того же гена реализуются разные функции.

Весьма принципиально, что при эволюционном усложнении организмов среднее количество интронов, приходящихся на один ген, возрастает. По мере эволюционного усложнения организмов увеличивается не только количество интронов, но и их длина. И размер генома коррелирует с общей длиной интронов, содержащихся в генах данного вида: интроны беспозвоночных короче, чем интроны генов человека, а интроны дрожжей короче, чем интроны беспозвоночных. В

общем, в гене суммарная длина интронов может превосходить суммарную длину экзонов в десятки и сотни раз.

Если секвенирование (определение нуклеотидной последовательности, *sequence* — последовательность) эукариотных генов привело к ошеломляющему открытию их мозаичной структуры, то массовое секвенирование целых геномов разных организмов привело к результатам, просто изумляющим. У мыши, человека, рыбы фуку (рыба-шар) количество генов практически одинаково — 30 000–40 000. Что же тогда определяет эволюционную сложность?

Более того, если сравнивать между собой кодирующие последовательности (экзоны) в геномах мыши и человека, то окажется, что они идентичны на 99%! Почему же мы так не похожи на мышей? А?

Может быть, и потому, что, несмотря на то, что наши гены похожи на мышинные, у нас альтернативный сплайсинг идет по другим путям, или более множественный (или и то, и другое одновременно). Ведь не зря же по мере прогрессивной эволюции среднее количество интронов (а значит, и экзонов), приходящихся на один ген, возрастает? Ведь это расширяет спектр белков, потенциально кодируемых одним геном. И в результате из-за разного альтернативного сплайсинга из почти одних тех же генов получается или мышь, или павиан, или тот (или та), кто в данный момент читает эти строки.

Альтернативный сплайсинг предоставляет эволюции практически безграничные возможности. Материал эволюции — генетическое разнообразие, а двигатель — естественный отбор. А ведь альтернативный сплайсинг приводит к такому разнообразию белков, что... Посудите сами. Комбинация только из трех генов, каждый из которых может кодировать только 1000 вариантов белков, дает 1 000 000 000 возможностей для естественного отбора (1 млрд изоформ трех белков). А если таких генов 1000? А если 10 000?

Каков был механизм возникновения мозаичных генов и путей альтернативного сплайсинга? Похоже, в составе древних самовоспроизводящихся молекул (или их агрегатов, или древнейших клеток) присутство-

вали: во-первых, «генератор случайных чисел», механизм, который синтезировал протяженные случайные последовательности нуклеотидов, и, во-вторых, механизм, разрезавший эти последовательности на случайные фрагменты и в разных комбинациях эти фрагменты соединявший. А затем естественный отбор оценивал результат. Если результат соединения фрагментов улучшал самовоспроизведение, такой мозаичный ген и пути его альтернативного сплайсинга сохранялись, если нет — нет.

И самое поразительное: точечные мутации в экзоне могут приводить к изменению пути сплайсинга, иначе говоря, изменение буквы в слове может вести к изменению путей его соединения с другими словами. Случайная точечная мутационная изменчивость приводит к изменчивости более высокого уровня — к изменчивости пути комбинирования субсмысловых блоков (*аналогов ПТИ-ПТС?* — Г. З.). Разумеется, это сильно ускоряет эволюцию. Но разоряет геномные фирмы.

Проект «Геном человека» — секвенирование генома *Homo sapiens* — по своей научной значимости и амбициозности сравнивают с программой пилотируемых полетов на Луну. Стоимость этих программ сопоставима — миллиарды долларов. Но инициаторы проекта «Геном человека», кроме научных целей, имели еще и грандиозные планы практического использования генетической информации, которая должна быть получена в результате его выполнения. А где практическое использование — там и коммерческий интерес. Предполагалось, что информация о геноме человека будет полезна для ранней молекулярной диагностики наследственных заболеваний и для их лечения путем заместительной генетической терапии (дефектный ген замещается на нормальный).

Планировалась, что информация о генах человека приведет к разработке нового поколения лекарств, создаваемых на основе знаний о нарушениях функционирования определенных белков. Если знать, как кодируется и экспрессируется дефектный белок, приводящий к заболеванию, то станет возможным создать такие молекулы, которые будут направленно исправ-

лять патологические процессы уже на молекулярном уровне. А это, как прогнозировалось, может принести миллиардные прибыли. Но сначала необходимы многомиллионные инвестиции. И они были сделаны. Были созданы фирмы, которые проводили секвенирование генома человека. Информация о нуклеотидных последовательностях, которая, как полагалась, приведет к разработке новых методов диагностики и терапии, патентовалась.

Но разве нуклеотидная последовательность эукариотного гена дает однозначную информацию о том, какой именно белок он кодирует? Нет. Детерминизм здесь невозможен! Все зависит от пути альтернативного сплайсинга. А этих путей для одного гена может быть десятки тысяч. Выделить и охарактеризовать десятки тысяч белков и установить, из-за какой именно изоформы происходит патология — задача практически нерешаемая. По крайней мере, пока. И знаменитый дешифровальщик генома человека Крейг Вентер покидает пост директора геномной фирмы *Celera Genomics* и меняет направление своего бизнеса. Теперь он занимается дешифровкой геномов бактерий. Его научный корабль бороздит волны Саргассова моря (в районе Бермудского треугольника), экипаж отлавливает морских микробов и секвенирует их геномы прямо на корабле. Суммарная длина всех уже просеквенированных нуклеотидных последовательностей — более 1 млрд нуклеотидов, она относится к 1800 видам бактерий, из которых 148 видов ранее известными не были. Цель проекта — поиск новых генов, имеющих прикладное значение. Разумеется, работать с прокариотными генами несоизмеримо проще: один ген — один белок. (Микробы «пошли другим путем».) Если Крейг Вентер уже подал в отставку, то директор геномной фирмы *Human Genome Science* Уильям Хэзелтайн пока только объявил, что собирается «перейти на другую работу».

Итак, путь прогрессивной эволюции направлен:

- от простого воспроизведения рибозимов, увеличивающих их количество, к увеличению их длины за счет дупликаций и дивергенции дублированных генов за счет субфункционализации;

• от случайного перебора нуклеотидов к случайному перебору экзонов, кодирующих субсмысловые модули (*аналоги ПТИ–ПТС?* – Г.З) и к перебору путей их альтернативного сплайсинга.

Принципиально, что случайно образовавшиеся дубликации подвергаются случайному мутационному процессу, влияющему на исходно одинаковые функции обоих генов. А действие отбора, направленного на поддержание исходной общей функции, приводит к дивергенции функций дублицированных генов. Это ведет к тому, что если до дубликации определенную функцию выполнял один ген, то после дубликации и мутационного процесса эту функцию могут выполнять уже два гена и только совместно, но не порознь.

*И все это приводит к весьма важному и новому для теории эволюции выводу: прогрессивная дивергентная эволюция происходит без изменения условий среды в результате постоянно идущих случайных мутационных процессов, главную роль в которых играют спонтанные дубликации генов (и геномов). Отбор, который при этом действует, является ни направляющим, ни дизруптивным, но стабилизирующим (очищающим от вредных мутаций). (Это «со страшной силой» похоже на то, что новые ПТИ–ПТС появляются сами по себе безо всякой практической необходимости и ждут своего часа, «болтаясь в головах образованных людей», которые знают и помнят эти ПТИ–ПТС просто потому, что получают от этого интеллектуальное удовольствие. – Г.З.)*

*Прогрессивная эволюция, сопровождающаяся усложнением, не имеет адаптивного (по отношению к окружающей среде) характера. Это весьма неожиданное и принципиальное положение было сформулировано совсем недавно. Разумеется, такое «прогрессивное» усложнение должно быть «совместимым с жизнью»; о тех случаях, когда оно было летальным, мы не узнаем никогда. И, разумеется, после такого «усложнения» направляющий или дизруптивный отбор подгоняет (адаптирует) организмы к конкретным условиям окружающей среды.*

Когда мы обсуждали строение эукариотного гена, речь шла о «бессмысленных интронах». Зададимся, однако, более общим вопросом: в чем эволюционный смысл бессмысленной ДНК?

Самая обескураживающая шутка, которую эволюция сыграла над человеком, — это количество генетической информации, которое имеет амeba. Ибо одноклеточная амeba имеет ДНК в 200 раз больше, чем «венец» эволюции. У амeбы в ДНК около 600 млрд нуклеотидов, у нас — 3 млрд. Ну зачем ей столько? И что там написано? А написаны там (миллионы раз!) несколько «бессмысленных» с современной точки зрения слов. Действительно, 99% генома человека не кодирует белков; эти не кодирующие последовательности представлены не только интронами и межгенными областями, но, преимущественно, разными типами многократно повторяющихся последовательностей длиной примерно в 10, 100, 1000 и более нуклеотидов. Такие повторы (имеющиеся у всех эукариот) могут быть расположены непрерывно друг за другом (тандемные, локализованные), или быть рассеянными по геному по одиночке (диспергированные). Согласно механизмам происхождения, эти повторы разделяют на т.н. сателлитную ДНК (которая может образовываться при определенных ошибках репликации) и т.н. ретропозоны, образующиеся из-за ошибок обратной транскрипции, когда случайно происходит синтез ДНК на матрице РНК. Вот как это бывает.

Обратная транскрипция — синтез ДНК на матрице РНК — обычно происходит при размножении ретровирусов, геном которых состоит из РНК. Для полноценного жизненного цикла ретровируса на матрице его РНК должна синтезироваться ДНК, которая затем встраивается в геном клетки. Синтез ДНК на матрице РНК проводит фермент — обратная транскриптаза. Но, как известно, *no one is perfect* (что в переводе на русский означает: «и на старушку бывает прорухка»). Вот именно эта прорухка и играет важнейшую роль в прогрессивной эволюции. Ретровирусная обратная транскриптаза по ошибке начинает синтезировать ДНК не на вирусной РНК, а на клеточной мРНК, на той, какая «под руку подвернется». И после массового увеличения количества копий этого случайно образовавшегося «бессмысленного гена» происходит их случайное встраивание в случайные участки генома.

Если при массовом образовании сателлитной ДНК и массовой интеграции в геном ретропозонов нарушаются жизненно важные функции, организм погибает, если нет — выживает с грузом «бессмысленной или мусорной ДНК». Именно так ее и называют — *junk DNA*, другое ее название имеет оттенок «нравственной» оценки — «эгоистическая» (*selfish*) DNA. Она существует (размножается вместе с функциональными генами) только для себя и организму ничего полезного не дает. Еще одно ее название, *parasitic DNA*, говорит само за себя. Действительно, клеткам приходится тратить значительные ресурсы для воспроизведения бессмысленной ДНК, доля которой может достигать более 90%. Для того чтобы по крайней мере, минимизировать возможное вредное влияние паразитической ДНК (уж если избавиться от нее невозможно), она плотно запрятана (сконденсирована) в неактивных зонах хромосом (в гетерохроматине). Похоже, гетерохроматин в основном и нужен для предотвращения вредного влияния паразитической ДНК.

Из этого следует, что принцип «максимум эффективности (жизнеспособности) при минимуме затрат» для эукариотных организмов несправедлив. Они, согласно текущим представлениям, без видимых для себя вредных последствий выдерживают огромный груз «бессмысленной» ДНК. Но так ли она бессмысленна? Может, мы чего-то просто не хотим видеть? Например, что неспособность организмов избавиться от паразитической ДНК и стать максимально эффективными является еще одной (наряду с образованием дупликаций) причиной того, что мы называем прогрессивной эволюцией? (Которая идет от случайного накопления бессмысленных усложнений к естественному отбору случайных осмысленных изменений, направленных на то, чтобы скомпенсировать вредное действие бессмысленной ДНК.)

Не похоже ли на то, что мутационный процесс и отбор «адаптировали» организм не столько к изменяющимся условиям окружающей среды, сколько к резким мутационным изменениям его внутренней «хромосомной» среды? (выделено мной. — Г.З.)



Обескураживающий факт отсутствия взаимосвязи между количеством ДНК, содержащимся в геноме организма, и его эволюционной сложностью, назван «парадоксом содержания ДНК» — «*C-value paradox*», где *C* — *Content*. Попытки его объяснить заставляют либо отказываться от интуитивного представления о «разумности строения живого», либо предполагать, что в генетических механизмах существует неизвестное нам измерение, что на самом деле мы видим только внешние и доступные нашему примитивному разуму механизмы жизни. Но успехи генной инженерии по созданию вполне жизнеспособных трансгенных организмов вроде бы подтверждают, что мы более-менее правильно представляем себе, как устроены и как работают гены и геномы.

Справедливости ради отметим, что в последнее время появляются данные о том, что и бессмысленная ДНК может иногда иметь какой-то смысл. Например, известны случаи, когда в повторяющемся элементе, находящемся внутри интрона, присутствуют нуклеотидные последовательности, которые изменяют путь стыковки экзонов и тем самым создают новый белок, т.е. новую функцию.

Много фактов говорят о том, что множество молекул РНК, являющихся копиями «бессмысленной ДНК», имеют регулирующие роль — они управляют работой генов, в частности при развитии организмов (при дифференцировке клеток). Недавно появились данные, что некоторые изменения в «бессмысленной ДНК» приводят к т.н. эпигенетическим эффектам, т.е. к модификации функции генов, не сопровождающейся изменением их нуклеотидной последовательности.

Но в данный момент с уверенностью можно сказать, что только от 1 до 10% ДНК эукариот имеют понятный нам смысл. Остальная ДНК, видимо, во-первых, не несет существенных функций и, во-вторых, не нарушает (по крайней мере, существенно) жизнеспособности организма. Она «бессмысленна», но не смертельно. И, в-третьих, как это ни парадоксально, именно «эгоистическая и бессмысленная» ДНК существенно предопределяет пути «прогрессивных» эволюционных изменений.

Да может ли это быть, чтобы изменения «бессмыс-

лённой ДНК» направляли эволюцию жизни? В чем же тогда ее, Жизни, смысл?

При случайной вспышке массового образования «бессмысленной ДНК» (сателлитной ДНК и/или ретропозонов) происходит столь коренное изменение генома, что оно приводит если не к летальному исходу, то к образованию нового биологического вида. Основная характеристика биологического вида — репродуктивная изоляция, способность продуктивно скрещиваться только с особями своего вида и неспособность давать плодовитое потомство при скрещивании (если оно все же происходит) с представителями других видов. Один из механизмов репродуктивной изоляции основан на отсутствии высокого уровня сходства (гомологии) между геномами (хромосомами) скрещивающихся особей. При образовании оплодотворенной зиготы пары хромосом, каждая из которых исходно принадлежала одному из родителей, должны быть гомологичными и способными к рекомбинации (обмену участками ДНК между собой). Если этого нет, например из-за того, что в хромосоме (или хромосомах) половых клеток одного из родителей произошли крупные блочные перестройки — нормального развития зиготы чаще всего не происходит. Но в весьма редких случаях, в результате произошедших в зиготе геномных перестроек, вызванных несходством родительских хромосом, все же могут образовываться жизнеспособные потомки, которые наиболее эффективно скрещиваться смогут только со своими братьями и сестрами, имеющими сходно перестроенные хромосомы. Похоже, что именно так довольно часто и происходит видообразование.

Формирование крупных блочных перестроек генома, вызванное массовым образованием повторяющихся последовательностей ДНК, иногда называют форматированием генома. *Близкородственные виды почти не отличаются между собой по «смысловым», кодирующим участкам ДНК, но весьма различаются именно по «не смысловым», по повторам* (выделено мной. — Г.З.).

Скрещиваться могут только организмы с геномами одного и того же формата. Формата, при котором оди-

наковые повторяющиеся участки эгоистической ДНК расположены в одинаковых местах родительских хромосом. И эволюция, образно говоря, это совместимое с жизнью переформатирование геномов за счет случайного изменения качества, количества и расположения участков бессмысленной ДНК. Естественный отбор после этого сначала удаляет нежизнеспособные варианты, а выжившие переформатированные подгоняет к более эффективному существованию в конкретных условиях окружающей среды.

В целом, похоже, что эволюция — это процесс:

- случайных дупликаций генов, приводящий из-за возникновения мутаций к их субфункционализации, т.е. к дифференциации их функций и в итоге — к усложнению;

- случайного массового образования не кодирующей («бессмысленной») ДНК, приводящий к видообразованию;

- естественный отбор, нежизнеспособные формы удаляющий, а жизнеспособным благоприятствующий.

Но почему естественный отбор не удаляет те варианты, у которых много паразитической ДНК? Ведь без нее у клеток (организмов) были бы куда меньшие затраты на поддержание «бессмысленной ДНК» и куда большие шансы на эффективное размножение?

Ответ совершенно неожиданный. *Естественному отбору для удаления бессмысленной ДНК просто не хватает времени, а популяции, ее несущей, — астрономической численности* (выделено мной. — Г.З.). Случайное образование множественных копий «бессмысленной ДНК» — событие хотя и крайне редкое, но «одномоментное». В результате единичного события в геноме могут возникнуть десятки тысяч мутаций (новых копий паразитической ДНК), а их удаление (путем делеций) может происходить только постепенно, каждая копия — удаляться индивидуально и независимо от других. Если предположить, что вероятность утрат каждой из, например, 1000 копий «бессмысленной» ДНК —  $1 \times 10^{-7}$ , то вероятность утраты всех копий сразу —  $1 \times 10^{7000}$ . Иначе говоря, чтобы в такой популяции случайно возник вариант, сразу утративший всю «бессмысленную

ДНК», ее численность должна составлять  $10^{7000}$  особей. Число атомов во Вселенной — примерно  $10^{77}$ .

В общем, эукариоты обречены на прогрессивную эволюцию из-за того, что вероятность одномоментного образования множественной «бессмысленной» ДНК несоизмеримо выше, чем вероятность ее утраты. А «осмысленной» ДНК приходится изменяться, чтобы сосуществовать вместе с бессмысленной, а не погибнуть вместе.

*И смысл эволюции в том, что она происходит за счет случайных малых изменений смысловой информации, направленных на поддержание ее сосуществования с возрастающим количеством «информации» бессмысленной (выделено мной. — Г.З.).*

А теперь подведем итог. Жизнь — это информация, смысл которой — за счет поглощения вещества и энергии обеспечивать самовоспроизведение ее носителя и, тем самым, распространение. Она возникла (или возродилась) из остывшего пепла Большого Взрыва, создавшего Космос. И под разрушающим действием Хаоса случайных процессов жизнь стала эволюционировать, чтобы сохранить свой смысл. Первое «слово» (первая живая информационная молекула) стало превращаться в текст из синонимов, значение которых дифференцировалось и становилось все более конкретным, но все вместе они передают из поколения в поколение все тот же смысл.

# СРАВНЕНИЕ ДВУХ ПАРАДИГМ. ТРИЗ И ТРТО

**П**РЯМОЕ сопоставление эволюционных аспектов ТРИЗ- и ТРТО-парадигм, а также их краткое описание было представлено в предыдущей главе. В этой главе я хочу сравнить такие понятия ТРИЗ, как идеальность, ресурсы, законы и линии эволюции, противоречие и эффекты, с эквивалентными или близкими им понятиями ТРТО.

## Точки роста ТРИЗ

В современном ТРИЗ явно видны несколько автономно развивающихся областей, которые не полностью перекрываются и имеют разные стимулы развития.

- Первая область — изобретение систем или процессов, которые имеют прототип. Такое изобретение может иметь разную степень новизны, от маленькой до очень большой.

- Вторая область — эволюция ТС. Описание и объяснение эволюции ТС осуществляется с позиций антропоцентризма. Другими словами, идея эволюции техники родилась и применяется прежде

всего для повышения эффективности решения изобретательских задач. Образно говоря, в ТРИЗ эволюция по своему происхождению и воспитанию — это служанка изобретения, которая настойчиво работает над собой, чтобы выбиться в люди.

• Третья область, в детали строения которой я не буду углубляться, — то, что практикующие тризовцы называют «нетехнические приложения ТРИЗ» (педагогика, социальные отношения, бизнес, искусство и т.д.).

## Точки роста ТРТО

Для того чтобы определить точки роста ТРТО, надо внимательно посмотреть на смысловую часть названия теории: Размножение Технических Организмов. Вот три точки роста, которые находятся в центрах трех областей, не полностью перекрывающихся. Две концепции — «организм» и «размножение» — перекрываются полностью для живых организмов, однако, как мы обсуждали ранее, организмы бывают и неживые.

Одним из синонимов понятия «размножение» является «копирование», которое в полной мере присуще «техническим системам». Вот только «технические системы» в их традиционном понимании никаким образом не соотносятся с «живыми системами», кроме того, что одна из живых систем — человек — придумывает и копирует эти технические системы.

Главное «достижение» предлагаемого определения ТС заключается именно в соотношении трех сущностей: технические системы, живые системы и человек, который, являясь живой системой, изготавливает технические системы.

Техническая система — это любая система, которая может возникнуть за счет сознательных действий человека, но не обладает сложностью, достаточной для того, чтобы копировать себя без участия человека. Такое определение ТС соединяет все точки роста ТРТО.

## Что изучает ТРИЗ?

Возникает вопрос, что можно определить как единый объект исследования теории, которая называется теория решения изобретательских задач? Изобретательскую задачу? Тогда что это такое?

Задачу называют изобретательской в том случае, когда она в своей первичной формулировке не похожа ни на одну из стандартных задач, для решения которых существуют общие правила.

В чем главное содержание ТРИЗ? В том, что она учит, как любую (!) нестандартную задачу свести к другим стандартным. И вот тут ключевой момент. Изобретательские задачи все разные, и главная их специфика в том, что они возникают постоянно и что они не похожи на известные стандартные варианты. Что может объединять любые, не похожие друг на друга задачи? Только то, что они «задачи, которые должен решить человек».

В идеале любой человек, столкнувшись с любой задачей, должен быть способен ее решить. Отсюда вывод — общим для любых задач может быть только способ, каким конкретный человек должен их *анализировать* для того, чтобы свести к таким, которые он уже умеет решать. Вот и получается, что главное — это поведение изобретателя в ситуации, когда он столкнулся с задачей. Все остальное имеет смысл только в той мере, в какой работает на обоснование, почему в процессе решения изобретательской задачи человек должен вести себя именно так, как рекомендует ТРИЗ.

ТРИЗ часто определяют как «теорию сильного мышления». Если немного подумать над этим определением и обратить внимание на то, что ТРИЗ не только призывает «сильно думать», но предлагает практические рекомендации «как надо решать задачу», то лучше определить ТРИЗ как «теорию (интеллектуального) поведения человека (изобретателя), который решает задачу». Уточнив, что речь идет об интеллектуальном поведении, не надо забывать, что его нельзя полностью вырвать из контекста «общего поведения».

С такой точки зрения все теоретические положе-

ния ТРИЗ — это обоснования, почему задачу надо решать именно так, как рекомендует ТРИЗ, и почему найденное решение будет «сильным».

Что можно предъявить как одно центральное понятие, которое работает во всех областях приложения ТРИЗ?

Понятие «идеальность» при каждом его применении требует дополнительных уточнений и разъяснений, так как очевидно, то, что идеально для одного человека, например, в педагогике и других нетехнических приложениях ТРИЗ, может быть абсолютно (до смертного противостояния) неприемлемо для другого. Даже в наиболее конкретной и ограниченной области локального применения ТРИЗ для улучшения конкретной ТС вопрос с «идеальностью» невозможно решить однозначно, если не отрываться от реальной жизни.

Директору завода надо напоминать, что он должен не только план выполнять, но и не загрязнять среду, в которой сам живет. А его уволят, если он план не выполнит, и он уже не будет больше директором, и другой директор на его месте все равно будет загрязнять среду. Так что же для него идеально?! Отсюда с неизбежностью появляется ЖСТЛ (жизненная стратегия творческой личности), которая по сути является расширенной теорией поведения изобретателя. ЖСТЛ претендует не только на то, каким должно быть поведение изобретателя (творческой личности) в процессе решения изобретательской задачи, но и в процессе всей его жизни.

С эволюционной точки зрения можно предположить, что появление ЖСТЛ — это попытка внеэкономического воздействия на человека, чтобы он в условиях социалистической экономики, когда отсутствует экономическая целесообразность «правильного» решения изобретательских задач, решал бы их во имя общечеловеческих интересов. В таком контексте появление ЖСТЛ было неизбежно, потому что в Советском Союзе экономическая практика жизни не давала никакого «подкрепления» творческому поведению в процессе решения любых задач. Естественно, это не



исключает варианта, что реальные стимулы авторов в создании теорий были совсем другими.

Таким образом, определив ТРИЗ как теорию поведения изобретателя (творческого человека), мы накроем две области применения ТРИЗ, а именно, «железную ТРИЗ» и все «нетехнические применения ТРИЗ».

Как быть с применением ТРИЗ для описания эволюции ТС? Я уже написал такие «обидные» для многих тризовцев слова, что в ТРИЗ «эволюция, по своему происхождению и воспитанию — служанка изобретения, которая настойчиво работает над собой, чтобы выбиться в люди». Если продолжить эту метафору, то надо спросить, чем отличается целеполагание и система ценностей служанки от системы хозяина? Я думаю, что ответом на вопрос «зачем?».

Зачем Леонардо да Винчи, который уже устал ворочаться на том свете от моих упоминаний, придумал ПТИ–ПТС парашют? Для собственного удовольствия, которое он получил, показав — если сделать так, как он считает, то получится именно то, что он утверждает. Сам себе интеллектуальный слуга и хозяин.

Зачем в рамках ТРИЗ изучать эволюцию ТС? В самом начале ответ был очевиден и прост — для того, чтобы применить эти знания в решении практических изобретательских задач. И подход этот прекрасно сработал и продолжает работать. Почему? Потому, в частности, что законы эволюции описаны не в общетеоретических терминах, а в тех, которые можно сразу применить в практике работы изобретателя.

При таком подходе доказательством того, что решение, найденное с помощью знания об эволюции техники, будет сильным, служило знание о том, что решения-прототипы, на основе которых построено правило решения, уже доказали, что они сильные.

Это было сильной стороной описания эволюции на ранних стадиях развития ТРИЗ, когда законов было немного и когда каждое красивое и сильное решение, найденное с помощью ТРИЗ, служило еще одним доказательством того, что ТРИЗ работает. В те золотые времена успехи практики применения этих законов

полностью окупали то, что они были разнородны и не вполне стыковались с друг другом. Построение внутренне цельной системы законов тогда еще не считалось главной задачей.

За два-три десятка лет развития накопилось очень много материала, который надо объединить в единую систему. И вот тут возник ключевой вопрос — зачем объединять, если законы и в таком виде, как они есть, сейчас нормально работают и помогают решать задачи?

Если искать ответ, соответствующий духу ТРИЗ, где эволюция — это служанка изобретения, то он очевиден: затем, что изобретательская задача, которую надо решить, — это, прежде всего, контроль эволюции техники, и поэтому законы должны быть сформулированы в форме, адекватной как природе задачи, так и интеллекту решателя. Согласитесь, что инженер, который хочет контролировать свою установку, и ученый, который хочет контролировать эволюцию, оперируют понятиями разного уровня общности. И то, что «ученый-эволюционист» может считать рабочими терминами, то для инженера может оказаться «пустой теоретической бредятиной».

## **ТРИЗ и ТРТО — два крайних варианта одного описания?**

Качественное изменение задачи (переход от контроля ТС к контролю эволюции ТС) требует полной смены парадигмы, включая базовые понятия, с помощью которых описывается эта эволюция. Примеры на слуху — волновая и квантовая оптика, классическая и релятивистская механика.

Эти же примеры указывают на главное требование перехода. Одно описание должно получаться из другого при экстремальных количественных изменениях параметров, которые в обоих вариантах теории остаются теми же самыми, но могут образовывать новые базовые понятия, объединяясь друг с другом в разных комбинациях.

Простое и поверхностное сопоставление ТРИЗ и ТРТО с этой точки зрения выглядит так.

- В ТРИЗ единица эволюции — одна ТС, в ТРТО — много (популяция) ТС.

- В ТРИЗ человек выступает в своем единстве как личность, являющаяся и целью и средством изобретения, производства и эволюции ТС. В ТРТО человек распался на функциональные роли, которые он выполняет, обеспечивая размножение ТС.

- ТС в ТРИЗ — это узкий и конкретный класс систем. В ТРТО все системы, которые человек может придумать и сделать, — это ТС.

- В ТРИЗ в паре «эволюция ТС» — «копирование (производство или размножение) ТС», ведущим фактором служит эволюция ТС. В ТРТО в той же паре ведущую роль играет размножение ТС.

- В ТРИЗ есть непрерывная цепь эволюционных преобразований ТС из одной в другую. В ТРТО этот процесс разделен на два: макроэволюционный, в котором одна ПТИ—ПТС может превратиться в другую, и микроэволюционный, когда каждая ПТИ—ПТС усложняется до состояния продукта. При этом один продукт в другой не превращается. Он упрощается до ПТИ—ПТС, из которой независимо возникает новый продукт. В этом смысле один продукт служит не прототипом, а всего лишь «поводом» для возникновения другого. Процесс упрощения этого «продукта-повода» может подсказать, каким иным путем усложнения ПТИ—ПТС пойти, чтобы получить другой продукт. Естественно, что поводами для получения одного и того же продукта могут оказаться разные продукты.

- В ТРИЗ для того, чтобы решить изобретательскую задачу, надо начинать с учета всех возможностей решения или, другими словами, с ресурсов. Фактически это означает, что рассматриваемую ТС надо до предела усложнить, построив все потенциально возможные связи внутри нее и между ней и другими ТС. В ТРТО следует начинать с обратной процедуры — предельного упрощения ТС до состояния ПТИ—ПТС. Можно сказать, что в ТРИЗ решение начинается с предельного увеличения количества факторов, которые входят в

задачу (перечислить все ресурсы, которые могут влиять на систему), а в ТРТО — с их предельного уменьшения (упростить ТС до ПТИ—ПТС).

- В ТРИЗ есть только один объект рассмотрения — ТС, к которой надо прикладывать любые виды ресурсов для того, чтобы совершить как локальное, так и эволюционно значимое изменение этого объекта. В ТРТО есть три объекта рассмотрения — ПТИ—ПТС, продукт, построенный на ее основе, и популяция всех продуктов на ее основе. Поэтому весь тот набор разного вида ресурсов, сформулированных в ТРИЗ, можно теперь классифицировать не только по их природе и целям, для достижения которых эти ресурсы используют, и не только по последствиям их применения, но и по месту приложения, и сделать их «объектно адресованными ресурсами». Например, «эволюционные ресурсы» можно строго определить не по тому, что именно они собой представляют, а по адресату. Эволюционные ресурсы — это те, которые приводят к изменениям на уровне структуры популяции продуктов, построенных на основе ПТИ—ПТС.

- В ТРИЗ единицей интеллектуальной собственности служит традиционное описание одного изобретения (патент), а в ТРТО — описание многих родственных изобретений, которые объединены в один инкубатор первичных изобретений.

- В ТРИЗ движущая сила эволюции — всевозможные потребности человека, для удовлетворения которых создаются новые ТС. В ТРТО движущей силой эволюции ТС служат только две особенности человека — бескорыстное тяга к новым знаниям и абсолютно корыстная потребность в деньгах. Тяга к знаниям ведет к открытию новых ПТИ—ПТС. Жажда денег вынуждает изобретать новые варианты продуктов для обхода патентов. Все остальные потребности всего лишь создают благоприятные возможности для того, чтобы жажда денег реализовалась в создании таких продуктов и их вариантов, которые можно продать потребителю.

## Обсуждение основных понятий ТРИЗ в терминах ТРТО

**Идеальность.** Как известно, идеальность в ТРИЗ определяют как отношение пользы к расплате за нее. Это понятие ключевое, и вся эволюция ТС в рамках ТРИЗ определена как «стремление к идеальности». Концепция идеальности много лет эффективно применяется во всех ТРИЗ-разработках и доказала свою эффективность. Говоря о дальнейшем развитии и углублении этого понятия, надо обратить внимание на следующее обстоятельство.

Отношение условной величины «добавленной пользы» к условной величине «уплаченной за это расплаты» ничего не говорит об абсолютной величине «исходной пользы», к которой мы свою новую дозу пользы прибавляем.

Когда Рокфеллер-старший подал нищему доллар, тот сказал ему: «А ваш сын подает мне два доллара». Что ответил ему Рокфеллер, которого нельзя упрекнуть в непонимании «что сколько стоит» (та же идеальность)? Он сказал: «У меня нет папы-миллионера». Другими словами, он сопоставил идеальность (определяемую как отношение пользы к расплате) с абсолютной величиной тех ресурсов, из которых берется расплата и к которым добавляется приобретенная польза.

Итак, в существующем определении идеальности в явном виде не учитывается величина того «суммарного богатства» (за исключением другого, более точного определения), к которому эта польза добавляется и из которого расплата за изменение вычитается.

В то же время, если ресурсы, откуда берется расплата и куда добавляется польза, неограниченны, то понятие идеальности не сработает и станет бессмысленным, потому что изменение невозможно будет заметить. Фактически это проявляется в том, что в таких условиях будет отсутствовать отбор на идеальность, и поэтому эволюция станет «топтаться на месте». Это означает также, что говорить о «идеальности вообще»

без оценки того объема ресурсов, на котором происходит эволюция, некорректно.

Например, нельзя смешивать «в одну кучу» описание эволюции автомобиля в огромной Америке и в маленькой Японии. Это две разные эволюции, отличающиеся так же, как горный водопад от равнинной реки, хотя и там, и там мы имеем одно и то же, а именно — течение воды.

Не вдаваясь в детали, можно сказать, что понятие «идеальность» должно быть связано с понятием «ресурсы» таким образом, чтобы объяснять реально наблюдаемые эволюционные эффекты.

На примере России (и обратном примере Японии) мы все хорошо знаем, что большие ресурсы и малые потребности приводят не к богатству, а к бессмысленной растрате ресурсов (и наоборот). В терминах ТРИЗ это можно объяснить практическим отсутствием отбора на идеальность, а в житейском смысле означает психологию «а ладно, и так сойдет, чай, не графья».

Какое понятие в ТРТО соответствует ТРИЗ-идеальности? Сопоставление можно сделать следующим образом.

«Разрешенный вариант (или состояние) усложнения ПТИ–ПТС» — такая ТС, которая способна размножаться и поэтому может быть названа «продукт на основе ПТИ–ПТС».

«Стремление к идеальности» и «переход от ПТИ–ПТС к разрешенному состоянию усложнения ПТИ–ПТС» — сопоставимые понятия, дополняющие и разъясняющие друг друга:

- В ТРИЗ «правильным» считается такое изменение ТС, при котором идеальность ТС повышается.

- В ТРТО «правильным» считается то усложнение (изменение) ПТИ–ПТС, в результате которого получается ТС, способная размножаться. Другими словами, в результате «правильного» усложнения ПТИ–ПТС превращается в продукт на основе ПТИ–ПТС.

В обоих случаях это означает, что люди будут использовать новую ТС.

С точки зрения ТРТО стремление к идеальности заключается в том, что возникает много ТС, по-разно-

му не идеальных для данных условий и требований. Какой-то из этих вариантов ближе всего к идеальности на данный момент и в данном месте. При механистическом понимании эволюции следует оставить только этот вариант. Однако следующее новое требование к ТС может привести к тому, что она станет сильно неидеальной (а других вариантов-то уже или еще нет!).

Если же ТС стремится к идеальности не по одному-единственному самому идеальному пути, а сразу по множеству близких путей, на каждом из которых изменения происходят за счет разных ресурсов, то возникает популяция, где есть разнообразие, с точки зрения ТРТО вовсе не избыточное, а лишь единственный способ обеспечить эволюцию.

Таким образом, стремление ТС к идеальности приводит к тому, что вместо одного идеального варианта ТС возникает популяция «по-разному не идеальных, но по замыслу близких к идеальности» систем. С точки зрения ТРТО идеальность такой популяции «около-идеальных ТС» заключается в том, что она содержит ТС-прототипы (в терминах ТРИЗ) или ТС-поводы (в терминах ТРТО) «на все случаи жизни».

**Законы и линии эволюции.** В терминах ТРИЗ-описания ТС стремится к идеальности вдоль линий эволюции. Другими словами, изменения в ТС (на языке ТРТО они представляют собой продукты на основе ПТИ—ПТС) происходят в соответствии с определенными тенденциями (трендами или паттернами). Их можно выявить, анализируя эволюцию других ТС, а затем обнаружить, что исследуемая ТС, оказывается, тоже меняется в соответствии с этими линиями эволюции.

Выявление и применение законов и линий эволюции возможны только в рамках парадигмы, принимающей, что одна ТС превращается в другую в результате частичного изменения, которое эту ТС улучшает. Именно так, согласно ТРИЗ, происходит эволюция ТС.

В ТРТО-парадигме понятия «линия эволюции» или «паттерн эволюции», или ЗРТС (законы развития технических систем) в таком виде, как они постулированы или сформулированы сейчас, теряют свой смысл.

Это происходит потому, что в ТРИЗ предметом тех исследований, в результате которых построены законы эволюции, служат ТС, непрерывным образом «перетекающие» друг в друга так, что всегда можно сказать, что ТС № 1 в результате таких-то и таких-то частичных изменений превратилась в ТС № 2. (Например, внутри твердой и длинной детали появился шарнир).

В то же время, согласно ТРТО, одна ТС не может непосредственно превратиться в другую. Первоначально эта ТС № 1 упрощается до состояния ПТИ–ПТС, в результате чего полностью исчезает вся «продуктовая специфика ТС № 1», а затем заново «с чистого листа» создается вся «продуктовая специфика ТС № 2».

С другой стороны, реально существуют экспериментальные наблюдения трендов, тенденций, линий, паттернов и законов изменения ТС со временем. При изложении их результатов следует учитывать новую терминологию.

Прежде всего, надо вспомнить, что популяция продуктов на основе ПТИ–ПТС получается в результате ее усложнения вдоль разных «линий усложнения ПТИ–ПТС до состояния разрешенной сложности».

Я ожидаю, что если правильно построить популяцию продуктов на основе ПТИ–ПТС, то представителей этой популяции можно будет расставить вдоль тех линий эволюции, которые обнаружены и описаны в ТРИЗ. По-видимому, при таком построении порядок возникновения продуктов во времени достаточно часто будет соответствовать тому порядку, который предсказывает соответствующая линия. В то же время очевидно, что полного совпадения не будет.

Другими словами, можно ожидать, что если выявить и построить довольно большую популяцию продуктов с указанием времени, когда каждый продукт появился на рынке, то мы обнаружим, что, например, более «динамизированные» (в соответствии с «линией или законом динамизации» ТС) продукты появились позже, чем «нединамизированные».

С точки зрения ТРТО те этапы, которые описаны в линиях и законах, — абстрактные описания разрешенных состояний сложности комбинаций ПТИ–ПТС. В



этом смысле для ТРТО в линиях и законах эволюции главную ценность представляют «названия и характеристики этапов», а не последовательность их чередования. Можно ожидать также, что законы и линии эволюции тем или иным образом распадутся на две группы, описывающие микроэволюцию продуктов на основе ПТИ–ПТС и макроэволюцию ПТИ–ПТС.

**Противоречие.** Понятие «противоречие» в ТРИЗ существует в двух вариантах: техническом и физическом. Противоречие техническое, по сути дела, выражает взаимоисключающие требования к ТС со стороны потребителя. Это техническое противоречие в процессе решения проблемы надо перевести в физическое, которое по очереди формулирует, как должна работать или как должна быть устроена ТС для того, чтобы полностью удовлетворить одно из требований потребителя при полном пренебрежении вторым требованием.

По сути формулирование противоречия можно рассматривать следующим образом: вначале мысленное изготовление из одной ТС двух вариантов, которые работают только частично, а затем объединение этих вариантов в один. Делается это так: надо локализовать ту минимальную по размерам часть ТС, в которой необходимо сделать изменения (оперативная зона), после этого вся остальная часть ТС не меняется, а в оперативной зоне вместо одной системы фактически «изготавливаются» две, работающие либо одновременно, но в разных точках пространства, либо в одном пространстве, но по очереди.

Первая универсальная рекомендация, как разрешить физическое противоречие: «раздели взаимоисключающие действия в пространстве или во времени, но при этом сохрани их в рамках одной ТС», вторая рекомендация: раздели на две разных ТС.

При таком рассмотрении выясняется, что разрешение противоречия и объединение альтернативных систем — это решение одной и той же проблемы в двух мирах.

- Первый мир локализован внутри ТС, и решение

достигается изнутри нее за счет ее ресурсов «безотносительно-касательно» к существованию других вариантов системы.

• Второй мир находится вне ТС, и решение достигается за счет использования эволюционного подхода, который фактически утверждает: «Все уже решено, но только частично». Если в рассматриваемой ТС работает только ее часть, то это можно сформулировать в виде противоречия: «хорошо работающая часть ТС» должна остаться такой, как она есть, потому что это хорошо, а «плохо работающая» — должна стать другой, чтобы хорошо работать, но в то же время такой, как она есть, для обеспечения целостности ТС. Вместо переделки «плохо работающей части» предлагается найти в эволюции готовое решение (уже проверенное!) и встроить его в рассматриваемую систему.

Понятие «противоречие» естественным образом возникает в рамках такой парадигмы, которая принимает, что одну ТС можно переделать в другую путем частичного изменения. В результате могут появиться такие требования к частям этой системы, которые взаимно исключают друг друга.

Другими словами, «противоречие» в системе возникает именно потому, что изобретатель пытается максимально сохранить старую систему и превратить ее в новую, внося в нее минимальные изменения. Это происходит практически всегда, потому что реальными критериями «пригодности» ТС служат экономические параметры, а не гармоничность ее внутреннего устройства. ТС-калеки, нашпигованные противоречиями появляются потому, что это экономически приемлемо.

В парадигме ТРТО проблемы разрешения противоречия не существует, потому что новая усложненная ПТИ–ПТС возникает «с чистого листа» и ее просто-напросто надо сразу усложнить таким образом, чтобы все ее части согласованно работали.

В этом месте я хочу сделать смелое обобщение и предложить гипотезу, в справедливости которой у меня нет полной уверенности, но в качестве темы дальнейшего исследования она вполне годится. Итак, ги-

потеза: если у нас есть продукт на основе ПТИ–ПТС, который обеспечивает какую-то функцию и при этом содержит противоречивые требования к каким-то частям, то при его упрощении противоречие должно исчезнуть, потому что в ПТИ–ПТС по определению нет противоречий. Любая ПТИ–ПТС – природно разрешенный эффект, происходящий сам собой в соответствии с законами природы. Противоречия возникают тогда, когда разные внутренние непротиворечивые ПТИ–ПТС с целью обеспечить какую-то новую функцию собирают в такую комбинацию, внутри которой они начинают противоречить друг другу. Но, согласитесь, это уже проблема продукта, а не тех ПТИ–ПТС, из которых составлена комбинация, на основе чего сделан этот продукт.

Другими словами, если продукт, в котором есть противоречия, упростить до состояния комбинации ПТИ–ПТС, то должно быть сразу видно, в чем неправильность комбинирования ПТИ–ПТС, порождающая противоречие. Получается, что ТРИЗ может позаимствовать из ТРТО новый способ устранения противоречия – упростить ТС до состояния комбинации ПТИ–ПТС, а затем усложнить ее до состояния продукта таким образом, чтобы противоречие не появилось.

Вокруг нас полно примеров того, что противоречия возникают именно тогда, когда новое пытаются слепить из остатков старого и кусочков нового, от которых отказаться невозможно. Вот какой пример я нашел в статье в Интернете по адресу <http://www.polit.ru/lectures/2005/10/05/furman.html>. «Эта возникающая при Сталине поразительная комбинация имперских символов, ощущения преемственности со старым Российским имперским государством и одновременно сохраняющихся марксистских и интернационалистических символов, по-моему, совершенно идеально выражена в одной фразе нашего старого гимна – совершенно потрясающая по своей противоречивости и по своему безумию фраза: «Союз нерушимый республик свободных / Сплотила навеки Великая Русь». То есть республики свободные, но союз их веч-

ный и нерушимый, и сплотила их одна республика — Великая Русь».

**Ресурсы.** Понятие «ресурс» — фактически «любая возможность, которую можно использовать для какого-нибудь изменения системы». Такое определение имеет функциональный смысл и на практике применяется как «ресурс для решения той задачи, какую решаю в данный момент». По большому счету это можно определить как «изобретательский цинизм» — изменяй и используй весь окружающий мир в терминах пользы для решения своей задачи. Другими словами, «все, что угодно, можно использовать не по прямому назначению, а для решения возникшей у меня проблемы».

Я лично видел в начале 90-х годов по телевизору интервью с шуплым и на вид совершенно безобидным старичком, который всю жизнь служил в каких-то спецвойсках инструктором боевых искусств. Он говорил о себе, что, даже сидя за столом с друзьями, он постоянно прикидывает, как можно убить того, кто сидит рядом, тем, что находится поблизости, например ложкой, стаканом или салфеткой. Такой вот законченный носитель менталитета изобретателя-ресурсопользователя.

В результате многолетних усилий в ТРИЗ построена изощренная классификация ресурсов, позволяющая для любой ТС идентифицировать те возможности ее изменения, которые до сих пор не были использованы. Разработка понятия «ресурс» в ТРИЗ позволила сформулировать тезис, что эволюция ТС происходит прежде всего за счет использования внутренних ее ресурсов или, другими словами, за счет «ресурсной избыточности любой ТС».

Одно из объяснений феномена «ресурсной избыточности любой ТС» можно сформулировать так: любая новая ТС всегда собиралась, собирается и будет собираться из «кусков или фрагментов», которые сами по себе самодостаточны для выполнения «хоть какой-нибудь минимальной» функции. Другими словами, при синтезе новой ТС происходит понижение структурного ранга «фрагментов», они были маленькими, но са-

мостоятельными ТС, а стали зависимыми подсистемами в составе большой ТС, поэтому некоторые элементы, раньше обеспечивавшие самостоятельность, теперь можно удалить или использовать для других (новых) целей.

Такое понимание концепции «ресурс» было достаточным для описания эволюции ТС в том безрыночном мире, где зародилась ТРИЗ. Но когда «невидимая рука рынка» в конце концов была замечена и учтена разработчиками ТРИЗ, появилось представление о двух видах ресурсов:

- ресурсы — все то, что можно использовать для изменения объекта или процесса;
- эволюционные ресурсы — все то, что можно использовать для изменения **эволюции** объекта или процесса.

Или другими словами:

- ресурс — средство воздействия на объект или процесс с целью осуществить желательное их изменение;
- эволюционный ресурс — средство воздействия на эволюцию объекта или процесса с целью направить эволюцию в желательном направлении.

Фактически такие определения вытекают из понимания, что объект и его эволюция — это не одно и то же.

В ТРИЗ есть только один объект рассмотрения — ТС, к которой надо прикладывать любые виды ресурсов для того, чтобы совершить как локальное, так и эволюционно значимое его изменение.

В ТРТО есть три объекта рассмотрения: ПТИ–ПТС, продукт, построенный на ее основе, и популяция всех продуктов, построенных на той же основе. А значит, весь тот набор разного вида ресурсов, которые сформулированы в ТРИЗ, можно теперь классифицировать не только по их природе и целям, для достижения которых эти ресурсы используют, и не только по последствиям их применения, но и по месту приложения и сделать их «объектно адресованными ресурсами».

Иначе говоря, можно выделить три группы ресурсов, рекомендованных для использования:

- в процессе усложнения ПТИ–ПТС;

- в процессе совершенствования продукта (устранение недостатков, снижение стоимости, повышение безопасности и удобства пользования и т. д.);

- в качестве средств и инструментов влияния на микроэволюцию продуктов.

Например, эволюционные ресурсы можно строго определить не по их природе, а по месту их приложения (по адресату). В этом случае формулировка будет выглядеть следующим образом. Эволюционные ресурсы — это такие ресурсы, которые приводят к изменениям на уровне структуры популяции продуктов, построенных на основе ПТИ—ПТС.

Так, цена (не качество и не количество, а именно цена!) бензина — это эволюционный ресурс, который сработал в 70-е годы прошлого века и привел к изменению структуры популяции автомобилей. Доля маленьких и средних по размеру и по уровню потребления бензина автомобилей резко увеличилась за счет появления новых продуктов на основе тех же «автомобиль-образующих» ПТИ—ПТС.

**«Эффекты (физические, химические и другие)».** Гипотеза: эффекты, собранные и описанные в информационных фондах ТРИЗ, — это в основном нестандартизованные описания индивидуальностей тех ПТИ—ПТС, которые обеспечивают эти эффекты. Наиболее частая нестандартность заключается в избыточности описания и в смешивании собственно ПТИ—ПТС и того продукта, на котором эффект виден более наглядно или особенно ярко из-за того, что он оттеняется какими-нибудь свойствами ниши, вообще говоря, для реализации эффекта не обязательными.

Другими словами, ТРИЗ-фонд эффектов — в основном набор описаний продуктов, пригодных для употребления в тех нишах, в которых этот эффект исторически впервые был обнаружен. Если их упростить, то они превратятся в ПТИ—ПТС. Определение и описание эффекта — это фактически описание индивидуальности ПТИ—ПТС, которая никак не связана с потребителем и производителем продукта. В этом, кстати, можно сказать (и не лишним будет повторить), ключе-

вая сила раздельного определения ПТИ—ПТС и продукта на его основе!

## **Какие части ТРИЗ и ТРТО можно «подвести под одну крышу»?**

Схематическое сравнение двух алгоритмов работы с изобретением показано на рисунке.

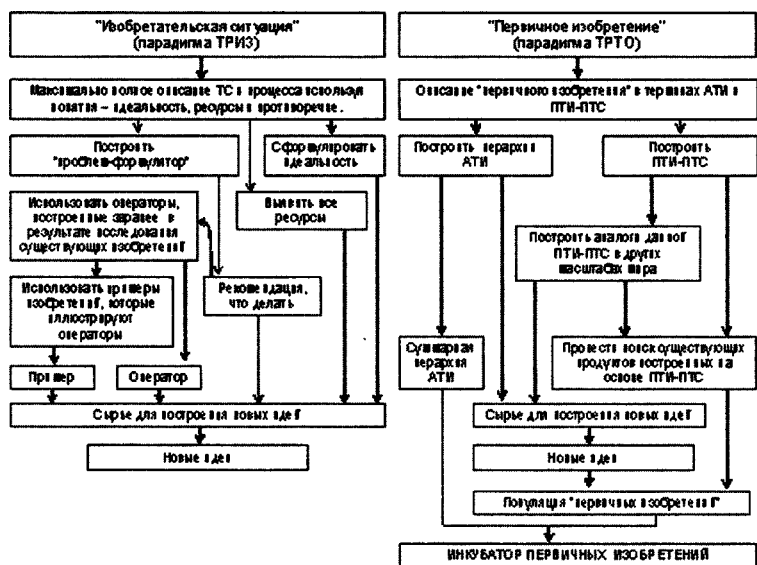
«Изобретательская ситуация» и «первичное изобретение» — два начала двух путей исследования изобретения. Оба их можно в самом общем виде определить как «исследование объекта».

В ТРИЗ таким объектом служит реально существующая ТС или процесс, в который вовлечены реальные ТС, потому что одна из главнейших целей этого исследования заключается в обнаружении ресурсов изменения ТС как внутри нее, так и снаружи. По этой причине такая ТС не может быть «уже придуманной, но еще не реализованной». В данном случае невозможно определить, как именно ТС будет взаимодействовать с другими ТС и с окружающей средой. Другими словами, если ТС «уже придумана, но еще не существует», ресурсы ее изменения неопределенно разнообразны.

«Первичное изобретение» может быть описанием как реально существующей ТС, так и «уже придуманной, но еще не реализованной». Для того чтобы упростить ТС до состояния ПТИ—ПТС, не нужны подробности достаточно концептуального описания этой ТС.

Обратите внимание, в обоих случаях предмет работы заключается в изучении или исследовании уже сделанного изобретения. Никаких действий, специальным образом направленных на то, чтобы сделать изобретение, нет.

После того как ТС в достаточной мере исследована и понята, наступает этап, когда в ней надо сделать изменения, которые позволят произвести требуемое ее улучшение. Рекомендация: сделай такое-то изменение ТС, например, «выверни наизнанку» или «сделай би-систему из двух ТС», означает, что ничего не надо выдумывать из головы (по-крайней мере на этой стадии),



а надо выполнять то, что тебе велел сделать «чужой дядя».

Кстати сказать, эти «чужие дяди и тети» (тризовцы, как они себя называют) получили рекомендации именно в результате исследования уже существующих изобретений! (С вашего позволения я поставлю здесь большой восклицательный знак в письменном виде.)

Они, эти «дяди и тети», ничего не изобретали сами, а исследовали большой массив изобретений и сформулировали определенные закономерности. Главным результатом их исследования стали рекомендации изобретателям — что делать, если необходимо улучшить ту или иную характеристику ТС. Почему именно это составило главную цель и результат для тех тризовцев, которые занимались исследованиями изобретений? Я думаю, потому, что они сами были изобретателями, получали от этого удовольствие, верили, что изобретать — очень важно и полезно для общества, и хотели научить изобретательству других людей.

Давайте посмотрим на эту ситуацию без «блеска в



глазах и возбуждения в голове», что вообще типично для людей творческих.

Какая разница, что исследовать? Жучков-паучков, цветочки-ягодки, атомы-молекулы или моря-океаны? Никакой, если вас интересует ответ на вопрос: будет ли наукой исследование объектов, представляющих собой специфическое «нечто». Наука это или нет, зависит не от объектов, которые она исследует, а от того, как она это делает.

Как тризовцы изучали патенты и другие описания изобретений? Не знаю, тогда и там меня не было. Но еще есть живые очевидцы и участники того процесса исследования изобретений, в результате которого были выявлены закономерности, сегодня в совокупности своей называемые ТРИЗ.

Известны правила и требования, которым надо следовать, например, для того чтобы результат исследования животных с целью определения механизмов наследственности был признан как научный. В каждой науке (физике, химии, геологии и т.д.) есть не только общие требования к «научности» результата, но и специфические, соответствующие природе объекта.

Все рекомендации ТРИЗ были получены в результате исследования изобретений и выявления неких общих их характеристик (я подчеркиваю, тех, которые были исследованы, потому что перенос этих закономерностей на другие ТС, появившиеся в результате других изобретений, представляет собой уже гипотетическое расширение области, где такие закономерности работают).

Так вот, почему же тогда не говорить открытым текстом, что есть наука, которая много лет занимается исследованием существующих изобретений (а не созданием новых) и результаты своих исследований упаковывает в рекомендации, в совокупности получившие название ТРИЗ?

Такой поворот совсем не означает, что собственно исследование изобретений — это тот же самый ТРИЗ, потому что поиск закономерностей и их применение — разные по сути своей вещи.

Например, биологи изучают, как именно «гиббоны

локомотируют брахиациями», с применением законов (рекомендаций) физики, что не дает основания называть физику биологией по той только причине, что эти рекомендации физики применяют ученые-биологи.

Замечательную фразу «гиббоны локомотируют брахиациями» я давным-давно вычитал в учебнике биологии. Это означает, что «длиннорукие» гиббоны цепляются за ветку передними конечностями, висят на ней и раскачиваются; затем отпускают ветку и перелетают на другую ветку по кривой траектории, которая называется брахистохрона. То же самое делают воздушные гимнасты в цирке, но про них почему-то такие замечательные слова не пишут. (Наверное потому, что нет пока такой науки, как циркология.)

Возвращаясь к мысли, презентованной мною таким вычурным образом, хочу спросить: «Почему процедуру (и результаты) исследования изобретений (как показал ТРИЗ), применяемую для исследования всевозможных изобретений, не называть прямо и конкретно «наука, которая исследует изобретения (но не производит новых изобретений)», например «инвентология»? Прецеденты есть, и их много — геология, биология, социо-логия, уфо-логия, наконец.

Почему такой элементарный вопрос не возник раньше? Потому что абстракция «изобретение вообще» была осознана и тщательно сформулирована за долгие годы существования такого феномена, как «изобретение» только для одной-единственной цели — патентной защиты. Пишу сразу и большими буквами — я вполне допускаю, что я просто малограмотен в ТРИЗ и не знаю, что все это в нем давным-давно известно. Хотел написать «всем известно», но потом подумал, а мне-то не было известно, пока я сам не додумался, хотя и знаком с ТРИЗ уже 17 лет.

Если же не ерничать, то вопрос этот вполне закономерен. Существует патентоведение — наука, предметом исследования которой является патент. Никто при этом не возражает, что патент описывает изобретение только с одной точки зрения — как его защитить.

Появление ТРИЗ-рекомендаций изобретателю «как изобретать», которые были высосаны не из пальца, а

из патентного фонда, как раз и доказывает возможность многостороннего исследования феномена «изобретение». Ну и надо его обозначить и назвать своим именем, в смысле «наука исследовать изобретение», например инвентология или инвентоведение. Я думаю, что принципиально важно при этом отойти от такой формулировки, как «наука изобретать». ТРИЗ, позиционированный как «наука изобретать» (если получится сделать это строго) может оказаться «наукой нового типа», цель которой — не объяснить, как устроен мир, а переделать его (к чертовой матери, не могу не добавить я, наученный товарищем Лениным).

Никакая из существующих наук не претендует на звание науки, делающей открытия в какой-либо области знания, потому что наука — это, по определению, исследование того, что уже существует.

Продолжая описание процедуры работы с «изобретательской ситуацией», надо сказать, каков конечный результат работы с «рекомендацией». Рекомендация не требует «изобрести нечто (неизвестно что)», а требует исследовать последствия совершенно конкретного действия над системой. Исследование заключается в том, чтобы определить, что произойдет, если эту рекомендацию осуществить. Из всех возможных вариантов грамотный конструктор (инженер) должен выбрать тот, что (в соответствии с законами природы) будет работать. После этого он определит, решает ли это проблему.

Еще раз подчеркну, что в процедуре, нами рассматриваемой, пока нет никакого изобретательства, а есть исследование последствий определенного действия, которое было подсказано изобретателю (а на самом деле, пока еще только исследователю) извне.

В этой логике изобретать — тот, кто впервые (неизвестно, почему и как) придумал делать это «выворачивание наизнанку» в каком-то из конкретных вариантов, определенных спецификой той ТС, с которой он работал. Другой изобретатель в другом месте и в другое время сделал с другой ТС нечто «конкретно другое», но по сути (на уровне АТИ, как можем мы сказать сейчас) то же самое. Затем пришел еще один исследова-

тель, который изучил эти изобретения и распознал некую общность (на нашем языке *«принадлежность к одной и той же АТИ»*) и объединил все эти случаи под одно правило.

Разве последний исследователь что-нибудь изобрел? Не более, чем изобрел классификатор жуков или бабочек, собрав коллекцию живых систем (а наш исследователь собрал описания ТС), сравнил их и классифицировал.

Другими словами, в процессе такого исследования ученый может (и по статусу своему — должен) предложить варианты такого соединения частей, чтобы ТС оказалась вывернутой наизнанку. Если она при этом еще и будет работать, то хорошо; если нет, то ученого это не должно волновать, потому что он провел исследование и ответил на вопрос, что получится, если вывернуть данную ТС наизнанку.

Продолжая рассуждение, надо сказать, что в отличие от исследователя (ученого), изобретатель следует рекомендации «вывернуть» не просто так, а для того чтобы в процессе выворачивания изменить ТС и увидеть то, что он хочет сделать с самого начала, а именно, ее улучшить. А вывернется она или нет, ему глубоко безразлично.

Используя не вполне политкорректную метафору, можно сказать, что изобретатель сродни жулику, который делает что-то не для того, чтобы сделать, а чтобы обмануть самого себя и как бы поверить — дескать, да, я хочу это сделать и уже делаю — но при этом он начеку и помнит, что на самом-то деле добивается не того, что ему велели делать, а что ему исходно было надо. В таком смысле в значительной степени все равно, как именно начнет изобретатель переделывать ТС. В конечном счете его интересует не результат именно самой переделки, а нечто другое.

Аналогия: в клетке лежит кошелек, который человек хочет украсть, но достать не может. Тогда он заявляет — я изучаю клетку и исследую, что с ней будет и как она поменяется, если я ее начну растягивать и крутить. И он начинает это делать, а сам все время подсознательно следит, открылся доступ к кошельку или

нет. Как только кошелек оказывается в зоне достижимости, он его хватает, а клетку бросает.

Отличие между исследователем и изобретателем состоит в том, что добросовестный исследователь будет исследовать то, что ему велели, до победного конца, потому что сущность ученого — в стремлении к новому знанию. В отличие от такого ученого (в рамках той же метафоры), изобретателя можно назвать жуликом, потому что он подсознательно чувствует, что ему надо, но вербализовать это не может и потому *вынужденно* занимается исследованием. Но как только он увидит то, что ему надо, он может бросить любое и как угодно далеко продвинутое исследование, потому что его практическая цель уже достигнута. Это не жульничество, конечно, а скорее оппортунизм на пути к цели. Другими словами, как только подвернулась любая возможность достичь цели, надо ее использовать.

Почему метод проб и ошибок в руках большого количества изобретателей, не знакомых друг с другом, дает стране результат? Потому что каждый из них не умничает долго, а пробует сделать быстро и сразу то, что уже можно сделать, а не то, что еще надо исследовать, описывать и, получив новое знание, только потом его применять. Неудача такого изобретателя — его персональная проблема. А одна-единственная удача одного изобретателя из сотен или тысяч, которые пытались сделать изобретение, — может стать выигрышем для всей страны и ее жителей, если порядки в стране таковы, что он легко свое изобретение внедрит.

Волей-неволей получается, что науки изобретать не просто нет, но и не может быть. Когда так говорят, то слишком вольно обращаются со смыслом слов «наука» и «изобретать».

Возможна наука, содержание которой — исследование готового изобретения. Такое изобретение может быть предъявлено исследователю в двух видах.

- Во-первых, в виде материальных тел, которые надо осмотреть и самому описать в дополнение к тем описаниям, которые уже сделаны другими. И это путь, на который ставит изобретателя ТРИЗ и на котором она его эффективно поддерживает.

• Во-вторых, это может быть только описание изобретения. Его, как, впрочем, и реальные тела, можно упростить до состояния ПТИ–ПТС и затем самостоятельно усложнить до состояния нового изобретения.

Как именно надо усложнять ПТИ–ПТС ни ТРИЗ, ни любой другой подход сказать не могут. Подходы говорят, «а вот еще был такой случай и такой. Их можно построить в тот набор, который говорит, что это были частные случаи общей закономерности». Но это абсолютно не означает, что именно так надо сделать в данном конкретном случае. Другими словами, исследователь может изучить, что собой представляет то изобретение, которое он исследует, и сравнить его с другими изобретениями, но затем он должен, по своему усмотрению, что-нибудь сделать со своим изобретением. Его действие будет зависеть от специфики самого изобретения.

В отличие от этого «поведение изобретателя» — наука, а ее рекомендации не несут никакой специфики того объекта, с которым работает изобретатель. Рекомендации говорят — если ситуация, в которую ты попал, соответствует таким-то характеристикам изобретательской ситуации, то, независимо от ее специфики, действуй следующим образом: например, найди или построй противоречие, обостри его и примени стандартные правила решения. Это не означает, что решение будет найдено, потому что *объектом науки в данном случае является не изобретение, а сам изобретатель и его поведение*, а его эффективность повышается благодаря знаниям, полученным в рамках данной науки.

Получается, что если все же настаивать, что ТРИЗ — наука изобретать, то она составлена из двух конкретных наук и еще чего-то неопределенного:

- наука «исследование изобретения»;
- наука «исследование поведения изобретателя»;
- неопределенность — «почему у одного из двух людей, которые сидят рядом и получают одну и ту же информацию, высказывает новая идея, а у другого — нет?»

Цель обеих наук — повысить эффективность того «неопределенного механизма», в результате работы которого из головы исследователя, по правилам иссле-

дующего какое-либо существующее изобретение, высказывает новая идея.

## Заключение

Две прикладные научные дисциплины — «исследование изобретения» и «поведение изобретателя» — можно подвести под одну более общую науку — «инвентологию». По-видимому, в нее можно включить и другие научные дисциплины, которые сегодня существуют сами по себе и в состав ТРИЗ не входят. В состав инвентологии, может быть, не попадет то, что сегодня по происхождению служит частью ТРИЗ и описывает эволюцию ТС. Но все эти вопросы открытые и не исследованные.

Еще одно соображение, которое можно рассматривать как прогноз. Я думаю, что в конце концов в Интернете появится единый информационный портал ИНВЕНТОЛОГИЯ, который объединит в одном месте публикации, разработки и дискуссии по всем направлениям, соприкасающимся с феноменом «изобретение».

Как минимум, это будут:

- те аспекты ТРИЗ, которые можно интерпретировать как исследование изобретения и поведения изобретателя;

- вопросы эволюции технических и живых систем;
- средства и методы защиты изобретения;
- интеллектуальная собственность на изобретение.

Для исследователей такой портал будет единственным местом, где можно встроиться в междисциплинарную команду исследователей, которые добровольно из научного интереса к феномену изобретательства это место посещают. Где еще, в самом деле, могут встретиться, например, инженер-изобретатель, биолог-эволюционист, психолог, изучающий поисковое поведение, и специалист по интеллектуальной собственности? И зачем?

Инвестор, вложивший деньги в разработку такого профессионально сделанного портала, автоматически получит в порядке компенсации как минимум место, какое в американском стиле можно назвать «всё о

изобретениях и инновациях» и организовать там, например, «аукцион по продаже прав на изобретения, которые изменят мир».

Научная команда, которая сумеет пробить и будет обслуживать такой портал, по определению, станет мировым лидером во всех вопросах изобретательства, естественно, если у нее хватит на это мозгов.



## Глава 13

# ЭВОЛЮЦИЯ ТРИЗ: ВСЕ ЕЩЕ НАКОПЛЕНИЕ ИЛИ УЖЕ «СДВИТ ПАРАДИГМЫ»?

### Вступление

**К**АК я уже отметил во введении, эволюция ТРИЗ — дискуссионный материал, который, к тому же, был в основном написан раньше, чем книга. Я поместил его здесь для полноты описания проблемы и постарался согласовать с материалами предыдущих глав. Тем не менее, внимательный читатель, наверняка, найдет какие-нибудь противоречия между этим текстом и всем тем, что написано раньше. Одно могу сказать: предмет рассмотрения сложен и противоречив; я сделал все, что мог, и тот, кто сможет, пусть сделает лучше.

Отдавая дань уважения науке, краеугольным камнем которой служат «противоречие» и «идеальность», я тоже начну главу с противоречия и идеальности.

Если ТРИЗ — не наука, а тризовцы — просто хорошие люди, то они с нейтральным и вежливым интересом пролистают эту работу и скажут: «Очень было интересно почитать, мы будем почитать, а ты, автор, продолжай пописывать». Все счастливы, но в таком

случае вся эта работа исходно ошибочна, потому что она обсуждает, какая именно наука — ТРИЗ.

Если ТРИЗ — все-таки наука, то тризовцы — ученые, и к ним применимы слова Куна: «Ученые в русле нормальной науки не ставят себе цели создания новых теорий, обычно к тому же они нетерпимы и к созданию таких теорий другими». Нормальные ученые, в отличие от нормальных героев, в обход не идут и язык им дан не для того, чтобы скрывать свои мысли, а для того, чтобы думать. Поэтому они что думают, то и говорят. Другими словами, все заведомо будут несчастливы.

Вооруженные опытом такой научной жизни, ученые применяют принцип идеальности: «Идеальная новая теория — это такая теория, которой нет, а функция ее “объяснять непонятное” выполняется». Если непонятного нет, то и новых теорий не надо, поэтому следует развивать то, что уже понятно и начато (не бросать же, в самом деле, все дела).

Таким образом, любой автор любой новой теории, после того как он сочинил сколько смог и освободился для принесения своей теории людям, сталкивается с противоречием.

Прежде чем начать формулировать это противоречие, напомним, что любую новую тему легко свести к старой и показать, что она не новая, а лишь новые попытки ревизии старой темы под прикрытием другого названия.

Поэтому первое правило автора теории — не начинать с того, что это новая тема.

«Отфутболить» новую теорию сложнее. Для того чтобы свести новую теорию к старой, надо разбираться — прочитать, обругать, задать вопросы и выслушать ответы, но после всех этих усилий совсем неочевидно, что предлагаемое новое действительно удастся свести к привычному старому. И получится, что нормальный ученый столько усилий затратил на пути к идеальному результату, а попал в ловушку собственной отзывчивости, и ему придется что-то в своих понятиях переделывать. Какой же он после этого нормальный? Поэтому надежнее «в упор не видеть».

Получается чистой воды «кому на Руси жить хорошо?» (намекая на классику — всем плохо). Вместо одного противоречия мы имеем уже два. Первое — у автора, а другое первое — у читателей.

Противоречие у автора:

- автор должен достать всех своей теорией, потому что иначе ее в упор не увидят;
- автор не должен никого доставать, потому что если у него это, не дай бог, получится, то он один, а читателей много.

Противоречие у читателя (нормального ученого):

- нормальный ученый, в соответствии с выводами Куна и других науковедов, должен заниматься тем, что он знает и понимает, находя для дальнейшей разработки «средней и малой величины *непонятное и недоразвитое*» внутри «*большого понятного и правильного*» [поэтому он должен ознакомиться с новой теорией, описывающей тот предмет, которым этот ученый занимается, а как было сказано в первом предложении — он этот предмет знает и понимает, ему и карты в руки];
- нормальный ученый, в соответствии с теми же выводами Куна и других науковедов, понимает и описывает предмет своей научной работы с помощью определенных терминов и понятий, которые он усвоил не мгновенно, а за длительный период обучения и применения; настоящее понимание и продуктивность приходят к нормальному ученому тогда, когда эти понятия и предмет работы в его сознании сливаются [поэтому он не должен знакомиться с новой теорией, так как предмет, которым этот ученый занимается, будет описан в новых и не освоенных им понятиях — аналогия: садисты связали руки рыбаку и просят рассказать, какую рыбу он поймал].

Что же делать?

С точки зрения автора новой теории, разрешение противоречия состоит в том, что он должен описывать и излагать теорию в адекватных терминах и понятиях, даже если они нововведенные и, по мнению читателей, непонятные. [Это значит, что читатели должны поработать, чтобы освоить новые понятия и термины и понять теорию.]

С точки зрения нормального ученого разрешение противоречия состоит в том, что теория (пусть будет новая, если так хочет автор), должна быть изложена в «нормальных» понятиях и терминах для того, чтобы ее сразу мог понять и оценить нормальный ученый. [Это значит, что автор должен сделать перевод и предлагать читателю не оригинал, а перевод. Если он срывается, то те, у кого есть интерес и время, смогут посмотреть и на оригинал. Хотя, с другой стороны, а зачем? Если все содержание теории оказалось возможным изложить в «переведенном варианте», т.е. в нормальных терминах и понятиях, то и не надо было уродоваться, вводя новые понятия, а сразу описывать проблему на нормальном языке.]

Парадигма и метафора — вот два понятия, без которых противоречия не разрешить. И понимание того, что означают эти понятия, должно быть у всех (авторов и читателей) одинаковое.

Забегаю вперед, назову основной ресурс решения обоих противоречий и надеюсь, что, прочитав эту работу, читатель со мной согласится. «Нормальный ученый», работающий в ТРИЗ, пока еще «не совсем нормальный», наука эта «еще не река, но источник», бурлит и меняется, и те, кто не хотят в упор видеть нового и напрягать мозги, меняя взгляды, в ней не застревают.

*Парадигма* — объединяющее понятие, которое возникло для «внешнего» описания научных сообществ со стороны профессиональных ученых, философов и историков науки. Эволюционное, а не просто «ежедневнобытовое» понимание и применение слов *парадигма* и *смена парадигмы* предполагают эволюционно значимые последствия того процесса, который назван сменой парадигмы.

С такой (эволюционной) точки зрения, чтобы изменить понятие парадигма к «результатам и процессу интеллектуальной активности группы людей», недостаточно того, что она включает сотни или тысячи человек, занимается этим делом десятки лет и видит замечательные перспективы.

Необходимы результаты, которые изменили бы «ин-

теллектуальную жизнь общества» так, что у профессиональных описателей и объяснителей интеллектуальной жизни общества (философы, науковеды и др.) появилась необходимость отыскать причины этих изменений. В процессе поиска причин они «не смогли не открыть» существование этой парадигмы (например, ТРИЗ).

Ну, а пока, образно выражаясь, «никто за ТРИЗ не гоняется», делать попытки осознать и сформулировать парадигму ТРИЗ должны те, кто к ней причастен.

Однако для того чтобы описать парадигму ТРИЗ и определить ее границы, надо работать не изнутри, «танцуя» от того, что уже создано, а извне, исходя из общих соображений. Аналогия: границы произрастания пальм устанавливает не тот, кто их сажает, а климат планеты Земля. Зная это, можно определить все зоны, где они будут расти, даже если сейчас их там нет, и зоны, где пальмы пасаждавать бессмысленно.

Пользуясь этой же аналогией, можно сказать, что никакая глубина и широта знаний о пальмах не выведут знатока растений на понятия «планета Земля» и «климат».

## **Концептуальная эволюция ТРИЗ**

Не буду упоминать здесь имена, даты и размеры вкладов в развитие ТРИЗ со стороны разных школ и частных лиц. Меня интересует более общая картина.

Для того чтобы объяснить свою цель, воспользуюсь метафорой, в которой парадигма ТРИЗ — это море, которое омывает берега островов, и не просто море, а способное порождать острова, которые становятся частью территории, где можно возделывать сады знаний и собирать плоды.

Чтобы найти или увидеть границы такого моря, надо вначале локализовать все острова, заселенные теми, кто называет себя «тризовцами», или, другими словами, надо издалека посмотреть на локальные парадигмы, которые можно применять и развивать сравнительно независимо друг от друга.

Построив хотя бы приблизительную карту покры-

той островами и заселенной части моря, можно определить, в каких направлениях имеет смысл смотреть в поисках соседних островов и, может быть, даже берегов моря. Самый простой, хотя и приблизительный способ локализовать эти острова — назвать островом территорию, уже имеющую свое собственное короткое жаргонное имя, которое и возникло-то от частой необходимости упоминать эту территорию мимоходом, потому что все знают об ее цельности и автономности.

Остров «стандарты» и остров «АРИЗ» — вот два примера автономных территорий, и каждый тризовец согласится, что можно решать задачу с помощью «стандартов», не имея никакого понятия об «АРИЗ».

Схема, которую я построил и описал ниже, не претендует на полноту, более того я сознательно ограничился только минимумом, позволяющим начать разговор о сравнении двух парадигм.

Как известно, задолго до рождения ТРИЗ и тризовцев уже были «приемы», существовавшие в виде концентратов поискового опыта, подобно пословицам и поговоркам.

Исходя из общих соображений, логично ожидать, что до поры до времени парадигма ТРИЗ строилась вокруг «железок», и в этом смысле была внутренне однородной, и если так можно выразиться, «чисто инженерной».

Последовательное появление таких островов, как РТВ (развитие творческого воображения), ЖСТЛ (жизненная стратегия творческой личности) и теория коллективов, которые уделяли человеку больше внимания, чем «железкам», естественно, не остановило развития «железной ТРИЗ», и едва ли можно сказать, что этот процесс себя исчерпал.

Исключительно интересен момент появления первых так называемых ЗРТС (законов развития технических систем). «Железная» ТРИЗ, которая существовала и развивалась до этого момента, номинально обосновывала работоспособность «приемов» и «стандартов» тем, что они являются обобщением сильных решений, выявленных в патентном фонде.

Казалось бы, поэтому можно говорить, что это уже эволюционный подход, который использует «методологические плоды эволюции техники». Однако в подавляющем большинстве своих конкретных проявлений изобретательство — это не эволюционное развитие техники, а исправление последствий «ошибок», которые были сделаны в процессе ее создания.

Соответственно применение приемов и стандартов было с неизбежностью направлено на решение главной задачи всех изобретателей — такое улучшение техники, которое реально сразу внедрить. В большинстве случаев связывать такие изобретения с процессом эволюции техники можно только с очень большой натяжкой.

Поэтому принципиально важный момент в концептуальной эволюции ТРИЗ — это момент, когда различных подходов к решению изобретательской задачи накопилось достаточно много для того, чтобы между разрозненными подходами начали возникать связи.

На схеме (с. 332) видно, что море парадигмы ТРИЗ проникло на территорию, которая имеет свое собственное название — «описание эволюции искусственной среды».

Очевидно, что движение внутрь территории, названной здесь «описание эволюции искусственной среды», будет продолжаться. Это добротное традиционное направление, «скелет» которого уже обозначен, и далее оно будет «обрастать мясом».

На моих глазах в течение последних нескольких лет происходит интересный процесс проникновения и вставания брэйнсторминга в парадигму ТРИЗ. Очень впечатляюще и, наверное, поучительно, что никто из тех, кто применяет ТРИЗ в Америке, его (брэйнсторминг) не знал, и признан он был только *de facto*, потому что многие американские слушатели начального ТРИЗ курса и особенно участники проектов по решению проблем с помощью ТРИЗ говорили: «А, ну понятно, ТРИЗ — это такой организованный и упорядоченный брэйнсторминг с интеллектуальной поддержкой!». Трудно привыкнуть к тому, что и якорем, который их удерживает на месте, и поплавок, за который они цепляются, чтобы не утонуть в новой для них идеоло-

гии, оказался тот самый брэйнсторминг — воплощение поиска идей методом проб и ошибок.

У меня лично нет никаких сомнений, что ассимиляция брэйнсторминга уже началась и уже необратима. Со временем брэйнсторминг станет законной частью парадигмы ТРИЗ.

Нетрудно видеть, что брэйнсторминг и родственные ему методы стимуляции творческой активности находятся на хорошо освоенной и интенсивно изучаемой территории, которая называется «поисковое поведение животных и человека». А что же такое «поведение изобретателя в процессе изобретения», если не поиск?

Таким образом, возвращаясь к ранее построенной метафоре, мы можем утверждать, что «ТРИЗ-море, внутри которого возникают острова методик и гипотез», разливается между тремя территориями: «эволюция искусственной среды», «поисковое поведение животных и человека» и, очевидно, «эволюция жизни».

Парадигма эволюции жизни — на сегодняшний день наиболее проработанная и методически оснащенная эволюционная парадигма. Можно не сомневаться, что все, кто занимался эволюцией чего угодно, так или иначе делали попытки использовать эту парадигму для понимания эволюции объекта, который их интересовал.

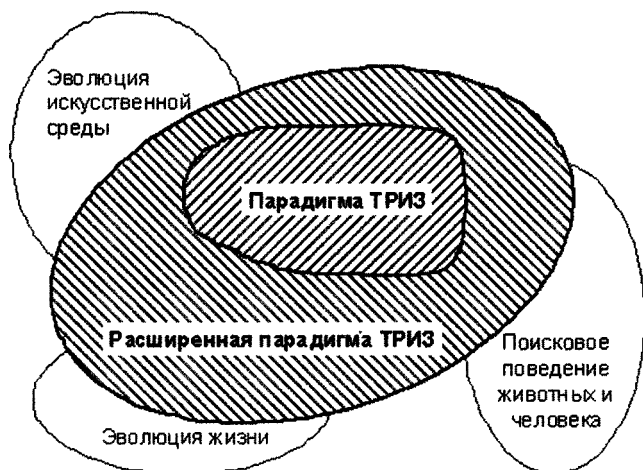
Если не вдаваться в детали, то нижеследующий рисунок можно назвать «прогнозом развития ТРИЗ-парадигмы на ближайшие годы».

## **Носители парадигмы**

По определению, парадигма состоит из трех компонентов: содержание, носители и отрезок времени. Следовательно, глядя со стороны, надо отслеживать не только изменение содержания парадигмы со временем, но и эволюцию структуры популяции носителей этой парадигмы.

Переход к «расширенной парадигме ТРИЗ» охватывает (в дополнение к инженерам и педагогам) психологов и биологов, работающих с поисковым поведением, а также биологов-эволюционистов.





Для обсуждения я воспользуюсь следующими двумя метафорами.

- Первая — назовем первичных носителей новой парадигмы, получивших ее непосредственно из рук Учителя и его прямых учеников, племенем, члены которого (думаю, что многие — неосознанно) ощущают свое родство, чувствуют себя избранными носителями истины и несут ее другими людям.

- Вторая — представление проблемы в виде трехмерного тела. В данном случае любое видение проблемы из любой исходной точки — только проекция на плоскость. Эта проекция может расширяться сколько угодно, но обратной стороны проблемы она отразить не может.

На сегодняшний день «тризовцы» — племя, у которого не только один родоначальник и общая культура, но и происхождение. Это ощущение племенной принадлежности и избранности во многом служит опорой в борьбе за просвещение тех, кто еще не обучен.

Такое ощущение духовного родства, по-видимому, неизбежная начальная стадия развития любой парадигмы. Это очень сильный ресурс развития, который расширяет область существования парадигмы путем приобщения к ней новых носителей. Но он ограничен:

когда наступает насыщение, такое мировоззрение становится препятствием для развития. В процессе обработки все новой и новой информации с точки зрения данной парадигмы наступает момент, когда начинается или переоткрытие областей, которые уже существуют, или переобъяснение их со своих позиций.

Например, нетрудно доказать, что «туземцы, конечно, жили около водопада Виктория, но это чепуха, потому что мы пришли и по-настоящему его открыли, и вот теперь он есть». В географии «проблема открытия» решена очень четко и однозначно. Географическое открытие — это нанесение объекта на карту, которой пользуются не только открыватели и открываемые, но и не причастные к ним и не зависисмые от них народы. Другими словами, есть союз равноправных открывателей, которые ведут себя одинаково и согласованно — хотят знать среду, в которой они живут, и пользоваться ей.

Попытки построить империю под своим, дорогим сердцу названием характерны для каждого открывателя и выглядят они как желание навязать некую истину всем остальным, потому что эта истина более истинная, чем все остальные. Ирония, однако, в том, что результат таких усилий непредсказуем. В научном мире бытует анекдот, что Колумб сделал открытие, а Америго Веспуччи всего лишь написал обзор, однако континент называется Америка.

Стадия «родоплеменного» мышления в создании парадигмы неизбежна, потому что носители любой парадигмы — люди, и общность происхождения и существования для них необходима по их биологической природе. Среди основных ресурсов начального развития и распространения парадигмы можно выделить: исходную новизну и привлекательность идеи; личность отца-основателя; причины, по которым к Учителю приходят последователи и ученики; окружающую обстановку, способствовавшую зарождению этого племени. Но всегда наступает момент, когда все это исчерпывается и попытки продолжать дело по-старому со старой моделью развития в голове начинают приводить к пробуксовыванию.

Обсуждения парадигмы ее носителями («кто мы и куда идем») независимо от того, какая она и кто ее носители, на данной стадии становятся жизненно необходимыми и в той же мере болезненно-неприятными. Нагляднейший пример — это парадигма «марксизм-ленинизма» во времена «перестройки» в Советском Союзе. Очень легко доказать на этой стадии, что такое обсуждение — «ковырятьство» в тот момент, когда надо сплотиться, укрепиться в своем единстве, собрать все силы, переломить ситуацию и продолжать победное развитие.

Надо признать, что эти доказательства разумны и убедительны. Во-первых, уже есть достаточно сильное понимание и объекта, и целей, и оно работает. Оно привело нас туда, где мы есть, и продолжает работать, его ресурс еще не исчерпан. Во-вторых, азбука все равно не меняется по мере усложнения грамматики и развития языка и смыслов, которые он несет, и т.д. ...Короче, работать надо. Не надо только разнобоя и пустых разговоров...

Если бы переход от одной парадигмы к другой не был таким болезненным и неудобным для ее носителей, он не имел бы столь широко распространенного названия и не был бы выделен в отдельный феномен.

Согласно определению, принятому у ученых, «пришелец» — тот, кто пытается расширить парадигму. Для этого он должен или деформировать существующую, или ввести на равных другую парадигму для рассмотрения тех же проблем, или же целиком поменять старую парадигму. Он пришелец не только по названию. В рамках нашей метафоры он другого рода-племени и его задача, сохранив свою идентичность, а также независимость происхождения и интеллектуального существования, показать, что проблема, которой занимается племя, не просто шире, но она вся целиком может быть описана по-другому.

Пользуясь ранее предложенной «геометрической метафорой», можно сказать, что и новое предлагаемое описание, и существующее представляют собой только одно- или двумерные проекции некоего трехмерного тела, описание и понимание которого недо-

стижимо в рамках родоплеменного мышления и поведения.

Завершая метафорическое рассмотрение, можно заключить, что следующий этап эволюции ТРИЗ — это равноправный союз разных племен, который позволит выработать следующего уровня сложности культуру «поискового (изобретательского) поведения и понимания принципов эволюции как искусственной, так и естественной среды».

## **Компьютерная метафора, описывающая последовательные этапы эволюции парадигмы ТРИЗ**

Представим себе, что современная ТРИЗ — разрозненный набор файлов, каждый из которых можно изучать и разрабатывать сравнительно автономно, например «Вепольный анализ», «Стандарты», РТВ и др.

В рамках такой метафоры следующий шаг в эволюции ТРИЗ можно описать как размещение файлов в три фолдера.

- Первый фолдер — «поведение человека (изобретателя) в искусственной среде с целью ее изменения в условиях стресса, вызванного одновременным воздействием трех факторов: неопределенности информации, дефицита времени, неотвратимости наказания и / или поощрения». (В этот фолдер кроме ТРИЗ-файлов входит брэйнсторминг и другие методы стимуляции поискового поведения).

- Второй фолдер — «исследование изобретения».

- Третий фолдер — попытки построить объяснения эволюции технических систем, в частности законы их развития, линии эволюции, направляемой эволюции.

Следующий шаг — появление четвертого фолдера под названием «Теория размножения технических организмов». Он претендует на то, чтобы быть как минимум мостом между описаниями эволюции жизни и эволюции технических систем и как максимум крышей, которая накрывает объяснения и описания обоих видов эволюций.

Следующий шаг — проверка, можно ли объединить все эти фолдеры в одну директорию — «расширенная парадигма ТРИЗ», которая со временем получит свое собственное имя, то ли связанное со словом «ТРИЗ», то ли нет.

Основание для объединения — демонстрация того, что эти традиционно рассматриваемые порознь процессы или явления, а именно — эволюция жизни, эволюция технических систем и эволюция поискового поведения человека в искусственной среде — не являются независимыми, не эволюционируют порознь, но взаимодействуют. Открытый вопрос, как они взаимодействуют? Коэволюционируют? Или самая быстрая из эволюций фактически управляет другими, более медленными?

Как бы то ни было, происходит единая эволюция конгломерата трех явлений: жизнь, технические системы и поисковое поведение человека (изобретателя), которое эти технические системы создает, меняет и, таким образом, служит движущей силой их эволюции.

Рассмотрим для примера следующий вариант:

- поисковое поведение — изобретательская деятельность в биотехнологии с ее культурой и нормами;
- технические системы и искусственная среда — новые технологии, инфраструктура и профессии, связанные с биотехнологией;
- жизнь — растения, животные, бактерии и т.д.

В результате совместной эволюции трех перечисленных выше компонентов появляются новые формы жизни в виде трансгенных растений, животных и бактерий, культур клеток и тканей, новых симбиозов и других форм, ранее не существовавших в природе. Речь идет именно о совместной эволюции, потому что появление новых форм жизни (с точки зрения «эволюции жизни») — акт эволюционного значения. Для поддержания этих форм жизни необходимы изменения в искусственной среде, которая поддерживает их и обеспечивает использование их человеком (т.е. необходима эволюция искусственной среды). А для это-

го требуются и изменения в поведении изобретателей, например соблюдение мер защиты, которые могут резко ограничивать круг допустимых действий изобретателя (т.е. эволюция поискового поведения человека).

Таким образом, именно комплексная эволюция трех областей (искусственная среда, жизнь, поисковое поведение человека с целью изменения искусственной среды) служит основой для объединения фолдеров в одну директорию.

В рамках «расширенной парадигмы ТРИЗ» можно рассматривать «направляемую эволюцию» как междисциплинарную науку, которая имеет центральную идею: «осознать методы построения искусственного мира человеком и движущие силы эволюции этого мира таким образом, чтобы научить человека контролировать эволюцию локально в пределах зон заданного размера и координировать относительное развитие зон, находящихся под контролем».

Следующий абзац написан для читателей, которые любят простые физические модели сложных системных процессов. У остальных прошу прощения за заумность.

В качестве физической модели, иллюстрирующей последствия применения направленной эволюции, можно использовать структуру жидкости: локально жесткая структура кластера, свободно плывущего в хаосе. Кластер существует ограниченное время и затем исчезает, но в это время в другом месте появляется другой кластер.

К счастью, методология направленной эволюции не имеет пока достаточно силы и опыта для необратимого изменения как искусственной среды, так и жизни. Однако аналогия с эволюцией оружия от палки до оружия массового поражения вынуждает нас уже сейчас думать о том, что будет, когда эта методология станет достаточно сильной и широко распространенной. Как предвидеть и предотвращать необратимые последствия вмешательства в эволюцию искусственной среды и жизни?

## «Расширенная ТРИЗ»

Сегодня ТРИЗ — то, что называют этим словом люди, которые его развивают, преподают, изучают и применяют. Под это реально существующее название ТРИЗ не подпадает то, что я насочинял в своей работе. Поэтому воспользуюсь промежуточной формулировкой «расширенная ТРИЗ» и буду описывать дальше, как я ее себе представляю.

«Расширенная ТРИЗ» — это наука о последствиях «эволюции жизни», породившей «поисковое поведение», в результате развития которого возникла способность людей создавать «искусственную среду». Последняя начала влиять на естественную среду и через это влияние ограничивать и регулировать «поисковое поведение человека» и часть его — «изобретательство», все больше и больше направляя его не столько на создание искусственной среды за счет уничтожения ресурсов естественной среды, сколько на достижение, сохранение и укрепление равновесия этих двух сред.

Последствия, которые служат предметом науки «расширенная ТРИЗ», могут быть описаны следующим образом.

- Появилось новое понимание: ТРИЗ на ранних стадиях своего развития научилась распознавать и выявлять приемы и стереотипы, с помощью которых человек в режиме поискового поведения создал искусственную среду.

- Выявились новые цели, в частности создание интеллектуального инструмента, который позволит повысить эффективность изобретательства и усилить способность человека создавать заново и изменять уже существующую искусственную среду.

- В результате усилий по достижению первоначальных целей ТРИЗ, возникло второе поколение целей, в частности, «построить такое понимание и описание эволюции искусственной среды, которое позволит контролировать эту эволюцию».

- Следующей стадией, и это уже мои домыслы, будет осознание и описание «совместной эволюции трех

эволюций», а именно жизни, искусственной среды и поискового поведения.

В такой формулировке: «совместная эволюция трех эволюций», нет оговорки или тавтологии. Это и есть специфика «расширенной ТРИЗ», в связи с которой данная междисциплинарная наука не сводится к другим существующим наукам. Все три эволюции имеют свои очень сильные и не сводящиеся одна к другой движущие силы. Они возникли и достаточно долго развивались независимо от друг друга.

Очень поверхностно, но наглядно каждую из трех эволюций можно уподобить струе жидкости, которая в результате эволюции меняет свой цвет. И вот сейчас, на наших глазах три струи начали перемешиваться в условиях, когда каждая по-прежнему меняет свой цвет под воздействием собственных причин и одновременно попадает под влияние сил, меняющих цвет остальных струй.

Можно построить такую последовательность эволюционных событий:

- сначала шла эволюция жизни и появился мозг как часть организма;
- благодаря этому появилось и начало эволюционировать поисковое поведение в естественной среде;
- в результате эволюции поискового поведения стала возникать искусственная среда;
- доля искусственной среды в составе естественной возрастала до тех пор, пока не проявилось «разрушительное по сути и заметное по объему» обратное влияние искусственной среды на естественную;
- после этого началось ограничение поискового поведения со стороны естественной среды;
- в настоящее время уже происходит и развивается «совместная эволюция трех эволюций»;
- первые примеры — создание новых форм жизни и в связи с этим — новых форм искусственной среды для их поддержания и новых форм поискового поведения для дальнейшего развития и использования новых форм жизни.



## Три точки зрения на эволюцию ТРИЗ

Во-первых, «то, что сделано — уже законченная конкретная наука, которую нельзя портить, пытаясь прилепить к ней самопальные выдумки и размазывать ее влияние на все, что попадаетеся на глаза. Надо правильно организовать существующий материал и преподавать его тем, кто будет его применять для достижения практических целей». Это разумная позиция, которой есть опора в истории науки. Например, не я придумал, что равновесная термодинамика — законченная наука, которую развивать — только портить. (<http://www.ibmh.msk.su/vivovoco/vv/papers/ecce/ethics/krylov.htm>). Не сомневаюсь, что сторонники такой позиции могут привести тому много примеров.

Во-вторых, «надо продолжать развитие ТРИЗ, не меняя его понятийного аппарата и не добавляя новых сущностей, другими словами, работать под девизом: расширение применения и углубление понимания».

В-третьих, стоит попробовать понять максимально расширенную парадигму, частью которой является современный ТРИЗ со всеми его достижениями. Далее можно именно эту расширенную парадигму назвать словом ТРИЗ, а все остальное (существующее и ожидаемое) определять как составные части ТРИЗ.

В этом случае термин ТРИЗ выйдет на уровень таких обобщающих понятий, как, например, физика, химия, биология, социальные науки. Для того чтобы внешне отразить такой максимальный уровень общности, надо перестать писать это слово большими буквами, которые, как племенная или кастовая раскраска лица, напоминают всем о происхождении слова раньше, чем о его смысле.

Это очень большая претензия, но она вполне конкретна и ее можно проверить. Если она несостоятельна, то наука ТРИЗ со своим предметом исследования окажется частью одной из «традиционных наук».

## ТРИЗ — междисциплинарная наука

Таким образом, можно взять существующую классификацию наук и локализовать место «расширенной парадигмы ТРИЗ». Фактически это будет процедура определения потенциального масштаба данной нововозникающей науки. С одной стороны, междисциплинарная наука не может возникнуть раньше тех наук, «между которыми она находится». С другой стороны, если рассматривать науку как шатер, внутри и под которым работают ученые, то можно представить себе два вида междисциплинарных наук.

Одна разновидность, как, например, биофизика или биохимия, — это шатры между шатрами других наук. Другая разновидность — такой шатер, что накрывает не только промежутки между науками, но и сами науки. Экстремальный пример — философия науки, которая вобрала в себя все науки с промежутками между ними.

В этом смысле все классические большие науки, например физика, химия, биология, науки о Земле и социальные науки, являются междисциплинарными — они скрывают под своими шатрами десятки самостоятельных и хорошо развитых наук.

Если современная ТРИЗ — это зародыш такой большой науки классического уровня, то какие науки она может со временем забрать под свое крыло? Какого уровня единство происхождения, строения и функционирования (подобное тому единству, которое легко видеть, скажем, в случае биологии) она может описывать?

Все современные эволюционные теории могут быть представлены или названы как «эволюция чего-нибудь», например эволюция жизни, эволюция Вселенной, эволюция Земли и других планет и т.д. Такие науки имеют нечто общее — они изучают природу, то, что существует независимо от человека и его действий. Другими словами, движущие силы эволюций здесь природного происхождения и не зависят от человека. В рамках названных наук нет и не может быть речи о постановке вопроса — как повлиять на эти «движущие силы эволюции» и их изменить. Использовать

эти силы — пожалуйста. Например, одомашнивание животных и выведение новых пород — прямое использование принципа естественного отбора.

Но есть другая разновидность эволюции, которая была не всегда. Она появилась и проявляет себя только в историческое время. Речь идет об эволюции искусственной среды, которую создал и продолжает создавать человек.

Эта среда уже стала вполне самостоятельной. Без ссылок, которые легко найти в Интернете, упомяну два факта. Общее количество энергии, которое вырабатывается в рамках искусственной среды за год, уже сравнимо с общей энергией тектонических процессов, выделяемой за тот же год. Количество земли, которое люди сдвигают в результате своей производственной и жизненной активности, уже в 10 раз превышает количества земли, переносимой с одного места на другое в результате всех природных геологических процессов.

Вернадский со своей точки зрения описал это явление словами, смысл которых примерно такой: «Мысль стала планетарным явлением».

В рамках расширенной парадигмы ТРИЗ можно сказать, что эволюция поискового поведения, цель которого — изменить искусственную среду, где человек существует наравне с естественной средой, дошла до стадии, когда три ранее независимых процесса переплелись и стали влиять друг на друга.

Такое взаимовлияние изменило относительные роли разных движущих сил эволюции, в особенности тех, для которых времена возникновения ответа на воздействие сильно отличаются. Аналогия: пламенное горение или взрыв — разные процессы с разными последствиями по одной причине — «скорости возникновения и накопления первоначально одних и тех же изменений сильно отличаются», что и приводит к разным последствиям.

В масштабе скоростей эволюции жизни эволюция искусственной среды идет со скоростью взрыва. Однако скорость эволюции поискового поведения до последнего времени была не выше, а скорее всего, ниже скорости эволюции искусственной среды. Коли-

чественные изменения, связанные с накоплением искусственных предметов и созданием среды или, другими словами, инфраструктуры, не требовали высокой скорости создания и внедрения новых идей.

ТРИЗ открыл шлюзы. Скорость появления новых идей и их потенциальная эффективность растут со скоростями взрыва уже по отношению к искусственной среде. Какова же она тогда по отношению к скорости эволюции жизни? Взрыв в квадрате или «взрыв в степени взрыва»?

Я думаю, что такое развитие событий порождает новую категорию наук, которую условно можно называть «антропогенная эволюция элементов искусственной среды». Главное в этом названии не то, об эволюции чего идет речь (элементы искусственной среды), а то, что эта эволюция порождена действиями или поведением человека.

На языке нашего описания, шатер, например, научной дисциплины «эволюция Вселенной» накрыт большим шатром физики. Шатер «предбиологической эволюции жизни (возникновение комплексов органических и полимерных молекул)» накрыт шатром химии. «Эволюция жизни» входит в биологию, а «эволюция общественных отношений животных и человека» — в социальные науки. Все эти отдельно стоящие шатры эволюционных дисциплин не объединены и не могут быть объединены в один шатер каким-нибудь условным названием вроде «эволюция всего», потому что каждый из них не только привязан к своему «эволюционирующему объекту», но и описан на своем языке, отличающемся от «языков других эволюций».

С другой стороны, в эволюции любого искусственного объекта, вызванной антропогенными причинами, или, попросту говоря, в эволюции, являющейся следствием поискового поведения человека, главное не объект, а причина, по которой он меняется.

Эта причина — действия человека, который что-то делает и, в основном, не понимает, что творит, потому что отдаленные последствия, с точки зрения целей человека и сроков его жизни, наступают слишком поздно. Но с позиций скоростей эволюции они накопи-

ваются со скоростью взрыва. Поэтому эволюция всего того, что меняется вследствие поисковой активности человека, должна быть предметом рассмотрения одной науки.

Такое содержание науки не могло возникнуть до того, как появилось само явление взаимодействия трех эволюций, одна из которых порождена неестественными причинами, а именно, поисковым поведением человека. Следовательно, объединяющим фактором такого эволюционного рассмотрения являются не объекты, которые эволюционируют, а *причина, по которой они эволюционируют*. Предметом этой науки служит изучение эволюционных по масштабам последствий, в прямом смысле этого слова, *творчества* человека.

С такой точки зрения слово ТРИЗ может иметь обобщающее значение того же уровня, как физика или химия. Например, можно сказать «физика атома», что понятно и традиционно, или «физика мышления», имея в виду, те перемещения в пространстве микро- и макрочастей тела, которые сопровождают или обеспечивают процесс мышления или являются следствием мыслительного акта.

Точно так же, если согласиться с возможностью разработки науки «расширенная ТРИЗ», имеет право быть «расширенная ТРИЗ атома» и «расширенная ТРИЗ мышления».

В этом случае, например, «расширенная ТРИЗ атома» — это описание тех антропогенных эволюционных изменений структуры атома и процессов, в которые вовлечены превращения атомного уровня, скажем, появление и развитие атомной бомбы, атомного реактора, синтеза новых атомов.

Все это с позиций внутренних механизмов изменений относится к физике, с точки зрения технологий производства — к инженерному делу, с точки зрения организации и обеспечения — к экономике, менеджменту и политике и т.д.

Но по эволюционным последствиям, а также с учетом изобретения новых путей, которые были найдены, созданы и выбраны для воплощения идей на уров-

не физики, инженерии, бизнеса и экономики — это уже «расширенная ТРИЗ». Точно так же с позиций системных изменений, которые возникли в результате приложения изобретательской активности как непосредственно к самому атому (например, синтез несуществующих в стабильном состоянии атомов), так и к атомным процессам (атомная бомба, атомные станции, атомные часы и др.) — это тоже «расширенная ТРИЗ».

Сегодня «рассекреченная история атома» показывает, сколько изобретательности было проявлено! И все это можно описать и объяснить в терминах ТРИЗ так же, как и показать, что с точки зрения идеологии той же ТРИЗ многие эволюционного масштаба последствия такого изобретательства были видны заранее уже в момент изобретательства.

Инженерная техника безопасности в этой деятельности соблюдалась, потому что последствия ее нарушения проявлялись мгновенно, а, условно говоря, «ТРИЗ-безопасность», естественно, игнорировалась.

Тогда это происходило по неведению. Но «расширенная ТРИЗ генома», например, или «расширенная ТРИЗ ДНК» могут быть раскручены сейчас, пока еще не поздно повлиять на выбор путей, чтобы не вырुлить, например, к «ДНК-хирросима́м и чернобы́лям».

Короткое слово ТРИЗ может закрепиться как термин, обозначающий «эволюцию, порожденную и движимую последствиями реализации человеком, или, точнее, всем человечеством, своей поисковой активности». Совсем коротко — «триз объекта» *«описание, анализ и прогноз антропогенной эволюции объекта в терминах, которые позволяют выбирать разные пути влияния на эту эволюцию»* (в следующей главе я объясню, почему слово «триз» написано маленькими буквами).

Из-за того, что антропогенная эволюция идет со скоростями много большими, чем скорости природной эволюции, ее можно выделить в автономный объект рассмотрения. Аналогия: эволюция собаки от исходной формы до гигантского разнообразия пород произошла на планете Земля, которая тоже эволюционирует. Но за короткий срок очень быстрой эволю-

ции собак, эволюция Земли никак себя не проявила. В то же время в эволюции видов, существующих сотни миллионов лет, эволюция планеты Земля во многих случаях была определяющим фактором. (Например, континенты разошлись и изолировали две группы представителей одного вида, вследствие чего они пошли в эволюционных изменениях разными путями.)

Что именно в современном содержании термина ТРИЗ позволяет думать о возможности его расширительного толкования, один из вариантов которого я описал?

Первоначально аббревиатура ТРИЗ возникла в процессе создания теории изобретательства и означала «теория решения изобретательских задач». Изобретательство — частный случай общего процесса изменения. Если ничего не изменилось, то и акта изобретения не было, не правда ли? А любое конкретное изменение — это один из многих эпизодов, которые, складываясь, порождают процесс, называемый эволюцией. Для любого изменения существует вероятность того, что оно приведет к отдаленным эволюционно значимым последствиям. Другими словами, мы не можем знать заранее, как велика будет та движущая сила эволюции, в создание которой вносит свой вклад данное изменение. Слегка затертый, но вполне уместный поэтический аналог — строки Тютчева «нам не дано предугадать, как наше слово отзовется».

Это означает, что изобретательство живет и работает под шатром эволюции, но не любой, а только той, которую творит человек. В методологии понимания и описания этой эволюции не важно, какие именно объекты или процессы эволюционируют, важно, что причина эволюции — поисковое поведение человека.

Итак, построена цепочка: изобретение порождает изменение — изменение ведет к эволюции. Эволюция бывает двух видов: медленная (природная и искусственная) и «взрывная», порожденная поисковой активностью человека. Изобретательство служит одной из основных причин, вызывающих изменения, которые

ведут к взрывной по скорости и антропогенной по природе эволюции искусственной среды.

Поэтому, образно выражаясь, частное название ТРИЗ, которое было построено «для применения в одном из департаментов организации», стоит «повысить в должности» и превратить в слово «триз», которое становится названием всей организации.

Вот и получается, в конце концов, что все науки, которые занимаются и могут заниматься взрывной эволюцией, порожденной антропогенными причинами или, точнее, поисковым поведением человека, можно объединить под одним шатром и назвать его «расширенная ТРИЗ», рассчитывая, что нелепая приставка со временем отвалится сама собой. Один из вариантов имени для этого шатра — «триз» (написанное маленькими буквами).

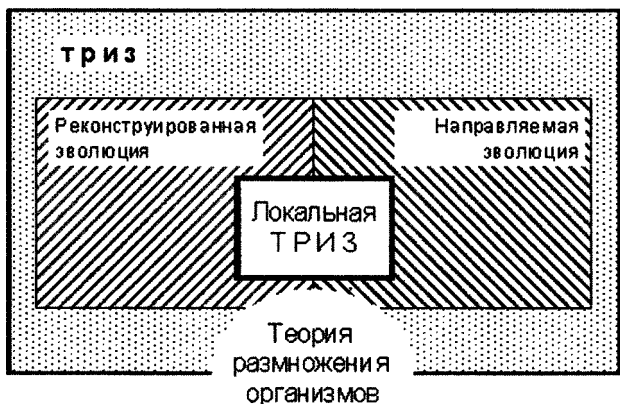
## Триз маленькими буквами

Другая возможность — сохранить слово ТРИЗ, написанное большими буквами с расшифровкой его как аббревиатуры названия «теория решения изобретательских задач» в качестве названия совокупности всех поисковых методов, инструментов решения задач и теоретических представлений, которые входят в современную парадигму ТРИЗ, и появятся в будущем на основе понятий современной ТРИЗ.

На этом рисунке триз показан как область, в центре которой расположена «ТРИЗ», справа от нее в будущем (время на схеме течет слева направо) находится «направляемая эволюция», а слева, т.е. в прошлом, — «реконструированная эволюция». Кроме этого, в область, которая называется «триз», частично попадает «общая теория размножения организмов».

Рассматривая вопрос во временной проекции и опираясь на рисунок, можно говорить о «локальной ТРИЗ», которая работает с объектом в его ближайшей временной окрестности или, другими словами, с объектом, существующим в том самом настоящем, что еще не стряхнуло с себя прошлое, но уже начало входить в будущее.





## Что такое триз (маленькими буквами)?

Таким образом, *триз* – это наука о процессе и последствиях **антропогенной эволюции** искусственной среды (техника, искусство, интеллектуальные конструкции и т.д.), порожденной «поведением изобретателей», целью которых было **локальное** изменение этой искусственной среды.

Один из примеров приложения такого понимания термина триз был приведен выше, когда я очень кратко, можно сказать, на бегу, и только для иллюстрации предыдущего поворота мысли описал, что можно было бы называть словами «триз атома».

Каждый, кто прошел ТРИЗ-обучение и преподавал его, знает одно из откровений, которое посещает многих, если не всех: «Почему же не применить ТРИЗ для развития самого ТРИЗ?! Давайте применим!»

Давайте. При таком подходе, опираясь на вышеприведенное определение, что такое «триз», можно сделать триз объекта, который называется «парадигма ТРИЗ». Компонентами такого триз рассмотрения и описания будут работы, часть которых уже фрагментарно выполнена.

- Описание и анализ современной парадигмы ТРИЗ как объекта с использованием следующих основных терминов и понятий ТРИЗ: идеальность, противоречие, ресурсы развития, операторы, S-кривая, законы развития систем и линии эволюции.

- Описание материальных и информационных потоков, порождаемых активностью носителей парадигмы ТРИЗ, и структур, которые могут возникать и уже возникают вокруг этих потоков. Вопрос для выяснения: те ли это потоки, вокруг которых могут и должны возникать самоподдерживающиеся и размножающие себя структуры?

- Описание современной парадигмы ТРИЗ в виде «нематериального размножающегося организма». Вопрос для выяснения: самодостаточна ли парадигма для этого и, если нет, то что надо добавить и каковы могут быть «структура, состав и поведение» такого организма?

- «Направляемая эволюция» ТРИЗ-парадигмы.

- «Реконструированная эволюция» ТРИЗ-парадигмы (Не только то, что было, но и как могло бы быть и почему.)

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Н**АИБОЛЕЕ вероятным на этой стадии мне кажется такое разделение сегодняшней ТРИЗ, которое приведет к обособлению (естественно, с частичным перекрытием) двух наук:

- **инвентология** — исследование существующих изобретений и поведения изобретателей, которые эти изобретения сделали и делают;

- **триз** — наука о процессе и последствиях антропогенной эволюции искусственной среды (техника, искусство, интеллектуальные конструкции и т.д.), порожденной «поведением изобретателей», целью которых было локальное изменение искусственной среды.

Сегодня краеугольным камнем и интуитивно подсознательным оправданием существования ТРИЗ служит «новое изобретение», которое появится в результате того, что ТРИЗ будет применена. Другими словами, если спросить себя, какое главное слово или два слова надо произнести в ответ на вопрос «Зачем нам ТРИЗ?», то ответом будут слова «Новое изобретение».

Переинтерпретация термина «техническая система» приводит к тому, что главными словами оказываются «исследование изобретения».

ТС (изобретение) — это данность, такая же, как ПТИ–ПТС «атом» или ПТИ–ПТС «молекула» и «наука исследования ТС (изобретения)», это такая же наука, как физика или химия. Даже химия и физика не вполне похожи друг на друга, потому что объекты у них разные, а технические системы более высокого уровня

сложности, тем более должны породить науку, отличающуюся и от физики, и от химии.

Исторически сложилось, что наука занимается исследованием огромного разнообразия атомов, молекул и молекулярных структур в рамках сложившихся парадигм физики и химии, и их достаточно для того, чтобы описывать строение, функции и эволюцию этих видов «технических систем».

Для того чтобы более сложные виды технических систем стали предметом научного исследования, необходимо осознать их как разнообразие воплощения некоего единого принципа или модели. Например, «все, кто описан в таблице Менделеева» — это атомы, какими бы разными они ни были. В чем их единство? Пожалуйста, открой учебник и прочитай. Аналогично о молекулах.

О чем эта книга? О том, что, оказывается, можно найти один такой принцип, который объединяет все «неживые» и «некрупно-природные» системы в одно понятие «техническая система»; более того, получается, что, применяя это понятие, можно «приносить практическую пользу», создавая новые изобретения, и что, быть может, важнее — изучать эволюцию технических систем.

# ПОСЛЕСЛОВИЕ

**Н**АСТАЛО время признать, что в процессе работы над книгой понимание некоторых вещей у меня изменилось. Тем не менее это не повод переделывать начало, потому что тогда я рассуждал на основе понятий и взглядов, которые в основном были построены на том, что и без меня всем известно. Пройдя сквозь книгу, должен еще раз повторить, как я себе представляю, кто же такой изобретатель и что такое изобретательство. И не все мои выводы совпадут с теми, что я делал в предисловии. Но они есть прямое продолжение и следствие тех мыслей, которые я развивал и излагал в этой книге.

## Талант изобретателя

Очевидно, что для творчества исключительно важны и знания, и опыт, и систематическая работа. Что же остается тогда на талант? Почему это слово имеет право на самостоятельное существование и не исчерпывается всем перечисленным? Одно из определений утверждает, что талант в отличие от способностей — это способность идти на риск.

Обратите внимание, талант низведен до уровня комбинации способностей; одна из них, а именно, способность рискнуть творчески неспецифична (если так можно выразиться). Риск — это прежде всего неопределенность. Другими словами, иду туда, не знаю куда.

Может быть, чувствую, но знаю? Нет. Ищу то, не знаю что. Опять же, когда найду, сразу скажу — это то или не то. Но пока не нашел, не знаю. Но ищу.

Из такого определения получается, что всякий талант в любой специфической области означает способности к этой области плюс отдельно стоящая универсальная способность самостоятельно пойти на риск. (Как известно, вероятности независимых событий перемножаются. Если две способности наследуются независимо, то способных много, а талантов мало.)

После того, как изобретение сделано, его следует описать как продукт, построенный на основе каких-то простых систем, которые объединены в некую комбинацию. Всегда можно «задним числом» объяснить, как такую комбинацию вывести из других существующих изобретений, и представить это изобретение как следующий шаг.

Уместно также вспомнить концепцию квантования, согласно которой переход от одного состояния к другому происходит скачком. Это значит, что процесс перехода распределен в пространстве и времени таким образом, что доступные нам средства наблюдения процесса или объекта, который совершает квантовый скачок, не позволяют из-за скорости или размеров процесса вычленить и наблюдать его промежуточные этапы.

Фактически получается, что скачок, в результате которого появляется новая идея (изобретение), — это один шаг, где некоторым образом объединяются больше, чем два понятия. Акт объединения двух понятий мы можем отследить и построить процесс попарного объединения элементов в конечную сложную структуру. Очень умные, быть может, способны отслеживать процесс одновременного объединения трех и более понятий (о чем судить не берусь).

При таком подходе талант — способность увидеть и сблизить (может быть, накопить и удерживать рядом, благодаря хорошей ассоциативной памяти) больше, чем два понятия, которые **сами по себе** способны самосборкой объединиться в более сложную интеллектуальную конструкцию.

Хорошая модель для описания такого процесса — самосборка молекул, которые могут существовать (и существуют) порознь. Но, оказавшись рядом, в правильных условиях и при столкновении, они объединяются *предопределенным* образом.

Материалисты, объясняющие возникновение живой клетки, делают это, растягивая процесс возникновения и встречи элементарных молекул и устойчивых молекулярных структур, которые способны автономно существовать во времени и пространстве. Они позволяют этому процессу тянуться в отдельных компарментах столько времени, сколько надо, чтобы получилась промежуточная структура; ее они затем перемещают в другой компармент, где есть другие структуры, которые не могли бы возникнуть в присутствии первой. После того, как они оказались рядом, они уже могут самособраться в однозначный тип структуры, а он далее может варьировать, но без потери индивидуальности.

Если упростить (или даже утрировать) эту идею, то сторонники божественного возникновения мира утверждают способность Бога собрать в одном месте и в один момент столько способных к самосборке элементов, сколько надо для того, чтобы конечная комбинация элементов, например живая клетка, возникла сама собой в результате самосборки. Всего-то и делов. Первое послание материалистам они могли бы дать в том, что акт творения мира не должен обязательно быть мгновенным. Пусть будет сколько угодно миллиардов лет, если таков был божественный промысел. Но если в момент рождения Вселенной в нее были правильно заложены правильные элементы в правильной пропорции, то дальше дело необратимо произойдет, как надо. Со случайными вариациями, но «река жизни необратимо притечет с горы в океан», каким бы сложным и неожиданным ни был ее путь. В этом смысле способность перекрывать реки, менять их путь и даже использовать энергию реки не означает способности сотворить эту реку.

Если встать на позиции идеологии самовозникновения простых систем из элементов, обладающих

предрасположенностью или «предспособностью» определенным образом реагировать друг с другом, то непредсказуемый скачок эволюции или акт макроэволюции определяется именно обстоятельствами встречи тех ПТИ—ПТС, которые в результате встречи объединятся или нет.

Исходя из таких рассуждений, можно сказать, что заслуга изобретателя в том, что он попросту попробовал объединить то, что у него было в голове или в руках. Никакого таланта поисковика или особых знаний для этого не надо. Обстоятельства сложились так, что изобретатель попробовал приложить электричество к лягушке и получил дергание ее лапки, а дальше просто-напросто исследовал этот процесс, ничего не выдумывая заранее.

Обратите внимание — речь идет не о «способности решить задачу», а о способности увидеть и взяться за решение такой задачи, которой раньше не было и решение которой то ли есть, то ли нет. И никому это, кроме как самому изобретателю, не надо. Вероятно, эта способность может существовать также в формате поручения другим (сотрудникам) заняться решением какой-либо проблемы.

Получается, что талант изобретателя, создающего неожиданную (новую) комбинацию элементов, включает в себя способность увидеть такую задачу, у которой есть решение, или нет — неизвестно.

## **Талант изобретателя и «наука изобретать»**

Для того чтобы сделать подавляющее большинство осуществленных изобретений, не надо иметь талант изобретателя. Одно изобретение, которое стало актом макроэволюции и возникновения новой ПТИ—ПТС, неизбежно ведет к разработкам продолжателей, а они исследуют все наиболее вероятные продолжения и новые варианты комбинирования тех возможностей, которые это изобретение принесло. Продолжатели могут совершенно сознательно и по какой-то методике объединять элементы одного изобретения



с другими и смотреть, получается или нет. Естественно, что часто ничего путного не выходит. В тех случаях, когда получилось, следует сравнение результата с существующими системами на предмет новизны. Новизна, если она есть, фактически недоработка первооткрывателя, который в момент создания новой ПТИ—ПТС в принципе уже мог получить результат и сам, но не имел такой технической возможности. Метод систематического построения и анализа комбинаций не требует таланта первооткрывателя, но требует навыка, умения, способностей и знаний, как надо проводить исследование. Это и есть наука в чистом виде.

Таким образом, конкретный изобретатель может оказаться дурак-дураком, который случайно создал новую комбинацию, способную реально существовать, и даже ничего не понял в том, что он сотворил. На этом собственно «изобретение» заканчивается и начинается нормальная обыкновенная наука — изучение того, что собой представляет новая реальность и как она вписывается в то, что мы знаем и что получится, если новую систему объединить с другой и т.д.

Как я уже писал ранее, химик, сливающий вместе два раствора молекул, — это ученый. А химик-органик, который представил в уме возможность построить новую молекулу и наметил путь этого построения, — не ученый, а изобретатель. Он ничего не исследует, потому что нельзя исследовать то, чего еще нет. Невозможно исследовать путь в «неизвестно куда» — он неизвестен и конец его — тоже. А значит, надо быть в любой момент готовым увидеть то, что получилось само собой, и использовать его либо для достижения исходной цели, либо, отказавшись от нее, достичь другой. Это не поведение, и не психология, и не этика ученого, который просто искренне хочет понять то, что уже существует вокруг него и «как оно работает».

Хочу я того или нет, но получается, что подавляющее большинство тех, кого мы называем изобретателями и кто сами себя называют изобретателями, — это ученые, занимающиеся наукой, о существовании которой они пока не подозревают. Наверное, можно

вспомнить, что те, кого мы сейчас называем алхимиками, занимались химией, не зная, что предмет их занятий, оказывается, наука химия. Стихийные изобретатели не знают, что есть общие закономерности и правила работы изобретателя, так же, как есть законы химии и правило «лей кислоту в воду», но ни в коем случае наоборот.

Итак, сегодняшняя работа изобретателя — это наука обращения с ПТИ—ПТС и абстрактными идеями, а также наука их объединения в новые комбинации. Например, изобретение «атомной бомбы» состоит не в том, как ее в конце концов сделать, а в том, что появился вывод о неизбежности взрыва, если «некие штуки» сблизить. Это было теоретическое открытие АТИ, которое позднее назвали «атомная бомба», затем построение ПТИ—ПТС «атомная бомба» и уже после пошла научная работа по исследованию «железкок», результатом которой стало построение семейства продуктов «атомные бомбы всех мастей и видов».

Что же остается на загадочный и необъяснимый талант изобретателя?

Способность одновременно собрать в голове разные понятия или образные описания таких систем, которые *способны к самосборке*. И это всё. Если они оказались рядом, то они не могут не выпасть в осадок в виде самособранной более сложной ПТИ—ПТС или продукта на ее основе.

Весь фокус в том, что невозможно объяснить, отчего все, зная, например, о существовании каких-нибудь двух систем, почему-то не вспоминают о них, когда речь идет о третьей. А мозги некоторых сразу и без спроса услужливо предлагают их для комбинирования с этой другой.

Почему? Загадка. Быть может, дело в том, что за такое интеллектуальное действие мозг получает вознаграждение в виде «каких-нибудь молекул-стимуляторов», которые выделяются в результате появления новой идеи, и человек испытывает «ну о-о-о-очень большое» удовольствие от того, что он придумал и становится «инвентоманом» или «инвентоголиком» (по ана-

логии с английскими *alcoholic* и *workoholic* можно предложить название *inventoholic*).

Конечно, без труда не накопишь в голове ничего такого, из чего можно было бы собрать что-нибудь новенькое. Но в тот момент, когда эта самосборка происходит, идея выскакивает сама по себе. Никакой видимой продолжительной трудовой заслуги в непосредственной генерации этой идеи нет. Сразу «бум!» — и ответ готов. Интересно, что скорость ответа у разных людей разная. Но качество ответа, не новизна идеи, а проработанность и совместимость ее с окружающим миром (или пользуясь советским жаргоном — внедряемость) — очень сильно зависит от времени, затраченного на работу с этой идеей. Но такая работа представляет собой, по терминологии нашей книги, исследование первичного изобретения. А вот почему первой выскочила именно эта идея, а не другие?

Выдвигаю два независимых рассуждения. Во-первых, мне кажется, что мир представляет собой результат комбинирования того, что я называю простыми системами. Возникшая ПТИ—ПТС не исчезает, а начинает размножаться и, по-видимому, есть пороговый уровень количества копий ПТИ—ПТС, начиная с которого они начинают менять окружающий мир, вписываясь в него.

Во-вторых, лучшее, что я могу предположить — у мозга есть способность распознавать такие ПТИ—ПТС, которые способны к самосборке друг с другом.

Лирическое отступление. Эксперименты психологов показали, что есть люди, которые с вероятностью большей, чем у детектора лжи (!), могут, глядя на человека и слушая его, определять, врет он или нет. Легко себе представить, что с эволюционной точки зрения такие способности очень важны для выживания популяции людей.

Но как они это делают? Например, мозг может распознавать детали выражения лица, которые соответствуют отдельным элементам высказываний, и определять, соответствуют ли они друг другу и тому, что человек говорит. Если эти детали сами по себе возникли в ответ на вопрос, то они должны «самосборкой»

складываться в некое естественное выражение, которое показывает, что словесное описание соответствует тому, что в голове говорящего есть только одна «неотредактированная картинка», которую он и описывает.

Если выражение лица человека, описывающего нечто, является естественным *самособранным* результатом объединения его мыслей в один образ в каждый момент его речи, то это может объяснить, в частности, почему под гипнозом любой человек способен, как артист, изображать других людей. Он просто не мешает сам себе проявлять в своей мимике, словах и жестах ту единственную картинку, которую в него загрузил гипнотизер.

## Заключительная метафора

«Изобретатель-открыватель» — это всадник на лошади. «Прирожденный изобретатель», который нашел новую неожиданную комбинацию и не может объяснить, откуда она взялась и почему появилась, — кентавр. Совсем не очевидно, кто из них быстрее скачет и больше груза может перевезти. Но ориентироваться на местности и искать дорогу кентавр может и как лошадь, и как человек, а всадник не может. Вероятно, именно эта лошадиная часть, которой не бывает в человеке, и есть тот талант изобретателя или, другими словами, уродство, которое в определенных условиях оказывается достоинством, а в большинстве случаев просто отравляет жизнь и кентавру, и его близким?

Представьте себе ось, подобную той, на которой психиатры на одном конце помещают параноиков, а на другом — шизофреников так, что каждый нормальный человек оказывается где-то между, ближе к тем или другим. Аналогично этому каждый автор изобретения может сам для себя, не открывая этой тайны никому, определить, к кому он ближе — к кентавру или к всаднику на лошади. А вдруг он чистой воды всадник на лошади и ему не надо чувствовать себя лошадью, а надо научиться управлять ею как автомобилем и ездить куда и когда надо, по своим человеческим делам.

Кентавр — это диагноз. Всадник — это профессия. И это последняя строчка книги. До свидания.

**P. S.**

А можно было закончить книгу и по-другому. Например, так. Все знают, что наука стала массовой и «делают» ее не «ученые», а «научные сотрудники» за зарплату. Также произойдет и с изобретательством, которое неизбежно станет массовым явлением, ему будут учиться и совершать за зарплату, потому что большая часть того, что мы называем сегодня изобретением, есть побочный результат систематического исследования уже существующих изобретений.

Именно «побочный результат исследования», потому что (внимание! Хотите — верьте, хотите — нет) любая новая идея — это просто плотная упаковка нового знания, которую мозг адресует не наружу, а внутрь, самому себе. Смысл ее всегда конкретен: если я правильно понимаю «ситуацию», то тогда «вот это должно произойти вот так!». А действительно, так или не так? Если так, то я понял правильно, и можно безопасно жить дальше.

Идеи такого происхождения у всех нормальных людей крутятся в головах для собственного пользования и не досаждают окружающим. И только некоторые, мало того, что «протекают», но еще и навязывают свои идеи другим. За что им отдельное спасибо от благодарного человечества.

# **ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ**

## **А**

Альтшулер Г.С. — 20, 91  
Аристотель — 137  
Артоболевский И.И. — 86  
Аршавский В.В. — 140

## **Б**

Бикертон Д. — 29  
Боголюбов А.Н. — 85  
Боткин С.П. — 102  
Брук В.М. — 47

## **В**

Вебстер Н. (Webster) — 87  
Велер — 49  
Вельков В.В. — 278  
Вентер К. — 289, 290  
Вернадский В.И. — 163, 248,  
343  
Веспуччи А. — 334  
Вудворд Р. — 49

## **Г**

Герасимов В.М. — 120, 121,  
126

## **Д**

Дарвин Ч. — 38, 266

## **Ж**

Жванецкий М.М. — 168

## **З**

Зайниев Г.А. — 79, 120, 121  
Зайниева И.Ж. — 120, 121  
Зараковский Г.М. — 48  
Злотин Б.Л. — 91, 120, 137  
Зусман А.В. — 91

## **И**

Иванов А.С. — 85

## **К**

Какелник А. — 52, 53  
Калашников М.Г. — 148  
Калинин М.И. — 10  
Кастлер Г. — 38  
Кеттеринг Ч. — 21  
Коанд Г. — 118  
Кокрофт Д. — 49

Колумб Х. — 334  
 Колчанов Н.А. — 272  
 Корана Г. — 49  
 Коштотев В.В. — 46  
 Кокрофт — 49  
 Куанье Ф. — 228, 229  
 Кудрин Б.И. — 156  
 Кулон Ш. — 97  
 Кун Т. — 137, 326, 327

## Л

Лем С. — 66  
 Ленин В.И. — 13, 204, 319  
 Леонардо да Винчи — 172, 173,  
 220, 221, 265, 270, 301  
 Литвин С.С. — 116

## М

Максутов Д.Д. — 221  
 Маркс К. — 14  
 Маршак С.Я. — 90  
 Маслоу А. — 90  
 Менделеев Д.И. — 352  
 Монж Г. — 86  
 Монье Ж. — 228, 229, 230, 231

## Н

Наполеон Б. — 24  
 Николаев В.И. — 47  
 Николас А. — 173  
 Ньютон И. — 27

## П

Павлов В.В. — 48  
 Петров В.М. — 93  
 Пиленко А.А. — 23, 24, 25, 28

Пинкер С. — 29, 30  
 Платон — 169  
 Просяник В.Н. — 120  
 Пушкин А.С. — 50

## Р

Разумовский О.С. — 54  
 Рамачандран Б.С. — 33, 34  
 Рокфеллер Д. — 305  
 Ротенберг В.С. — 140  
 Рыжов К.В. — 228

## С

Саламатов Ю.А. — 51, 91  
 Свифт Дж. — 169  
 Северцов А.Н. — 278, 279  
 Седов А.Е. — 36  
 Сталин И.В. — 311

## Т

Тимофеев-Ресовский Н.В. —  
 266, 280  
 Тютчев Ф.И. — 347  
 Тютхин В.С. — 47

## У

Уилкинсон В. — 228  
 Уолтон Э. — 49  
 Урманцев Ю.А. — 47

## Ф

Филатов В.И. — 91  
 Филипп (принц) — 29  
 Фрейд З. — 170

**Х****Хэзелтайн У.** — 290**Ц****Цезарь С.** — 174**Ч****Челпанов Г.И.** — 44**Черномырдин В.С.** — 34**Ш****Шварц Б.** — 27**Шеннон К.** — 37**Шухов В.Г.** — 239**Э****Эдисон Т.** — 13, 221**Эшби Р.** — 66, 67, 70**Н****Hunt G.R.** — 52**Leverrier U.J.J.** — 27**М****Maslow A.** — 90**McGrow** — 87**W****Webster** — 43, 87



## ***СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ***

- АИ — абстрактная идея
- АТИ — абстрактная техническая идея
- ЖСТЛ — жизненная стратегия творческой личности
- ЗРТС — законы развития технических систем
- ИКР — идеальный конечный продукт
- ПГИ — простая генетическая идея
- ПГС — простая генетическая система
- ПТИ — простая техническая идея
- ПТС — простая техническая система
- РТВ — развитие творческого воображения
- ТИ — техническая идея
- ТО — технический организм
- ТРИЗ — теория решения изобретательских задач
- ТРТО — теория размножения технических организмов
- ТС — техническая система

# ***В МИРЕ МУДРЫХ МЫСЛЕЙ***

Творческий процесс — это непрерывная работа: непрерывные неудачные попытки; рухнувшие гипотезы вбирают в себя 99 процентов всех творческих усилий и лишь изредка прерываются кратковременным успехом. Этот успех — как крупница золота после тонн промытого песка...

*П.С. Александров*

Гораздо труднее увидеть проблему, чем найти ее решение. Для первого требуется воображение, а для второго умение.

*Бернал*

Всякая плодотворная гипотеза кладет начало удивительному извержению потока непредвиденных открытий.

*Бриллюэн*

Ученые те же фантазеры и художники; они не вольны над своими идеями; они могут хорошо работать, долго работать только над тем, к чему лежит их мысль, к чему влечет их чувство. В них идеи сменяются; появляются самые невозможные, часто сумасбродные; они роятся, кружатся, сливаются, переливаются. И среди таких идей они живут и для таких идей они работают.

*В.И. Вернадский*

# **Гафур Абдулхаевич Зайниев**

## **Эволюция и изобретатель**

Издательство «Academia»  
119991, Москва, Мароковский пер., 26  
Тел. 238-21-44, 238-21-23, факс 238-25-10  
Эл. почта: [info@academpres.net](mailto:info@academpres.net)  
Интернет-магазин: [www.academpres.net](http://www.academpres.net)  
Наши книги можно заказать он-лайн

Главный редактор издательства  
*В.А. Попов*

Редактор  
*В.Э. Мурзаева*

Арт-директор  
*Е.Ю. Салтыкова*

Художник  
*А.В. Кубанов*

Технический редактор  
*А.В. Генералова*

Корректор  
*Н.Н. Цыркова*

Редактор-организатор  
*Н.В. Капустина*

Подписано в печать 14.03.2007.  
Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Печать офсетная. Бумага офсетная № 1.  
П. л. 11,5. Уч.-изд. л. 23,8. Тираж 1000 экз. Заказ № 7021.

Отпечатано в ОАО «Можайский полиграфический комбинат»,  
143200, г. Можайск, ул. Мира, 93



## ОБ АВТОРЕ ЭТОЙ КНИГИ

ЗАЙНИЕВ Гафур Абдулхаевич закончил физфак НГУ, кандидат биологических наук. До отъезда в Америку работал в Институте цитологии и генетики Сибирского отделения АН СССР, преподавал в Новосибирском университете. Любимое занятие – придумывать новые идеи и методы. К сожалению, следующая идея обычно приходит к нему раньше, чем он успевает довести предыдущую до публикации. За 23 года работы опубликовал около 40 работ, из которых 2-3 того стоили. Разработал десятки полезных методов и приспособлений, которые, в основном, сам же и использовал. В 1994 году автор ушел из академической науки в компанию Ideation Int. Inc., которая делает изобретения по заказу для американских компаний. После 12 лет работы в изобретательском бизнесе автор решил, что понял, кто виноват в эволюции технологий, и что делать, чтобы внедрить в жизнь свои идеи по расшифровке генома. Он организовал компанию DNA Exploration Inc., в которой работает как изобретатель-открыватель и, в соответствии с идеологией книги, которую Вы сейчас держите в руках, разрабатывает новые методы исследования ДНК. Автор описал свою работу с ДНК в стиле своей книги «Инкубатор первичных изобретений», которая вышла одновременно с этой монографией.

Наши книги можно приобрести  
непосредственно в издательстве "Academia".

Звонить по телефонам:  
238-21-23, 238-21-44, 238-25-10.

e-mail: [info@academpress.net](mailto:info@academpress.net)

Интернет: [www.academpress.net](http://www.academpress.net)

Наши книги  
можно заказать он-лайн

ISBN 5-87444-259-6



9 785874 442590