

Российская академия наук
Институт философии

И. П. Меркулов

ЭПИСТЕМОЛОГИЯ
(КОГНИТИВНО-ЭВОЛЮЦИОННЫЙ
ПОДХОД)

Том 2

Издательство
Русской Христианской гуманитарной академии
2006

УДК 165.0
ББК 87.22

*Рекомендовано к печати Ученым советом
Института философии РАН*

Рецензенты:
чл.-корр. РАН Б. Г. Юдин
доктор философских наук Е. Н. Князева

*Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского гуманитарного научного фонда (РГНФ)
проект № 03-03-00092а*

Меркулов И. П.

Эпистемология (когнитивно-эволюционный подход). Т. 2. —
СПб.: Изд-во РХГА, 2006. — 416 с.

Во втором томе главное внимание уделяется анализу когнитивных способностей — восприятия, мышления, сознания и памяти. Автор исходит из предпосылки, что для своего успешного развития эпистемология должна ориентироваться на синтез современных эволюционных и когнитивных представлений, доказавших свою эффективность в когнитивной науке, в информационных и биотехнологиях. С точки зрения эволюционно-информационной эпистемологии, человеческое познание оказывается видоспецифичной формой информационного контроля окружающей среды и внутренних когнитивных состояний людей. Эффективность этого контроля обеспечивается когнитивными способностями, которые развиваются в ходе продолжающейся биологической (когнитивной) и социокультурной эволюции человеческих популяций. Значительное место в книге уделено также исследованию особенностей научного познания, в том числе и биологических (когнитивных) предпосылок его формирования.

Merkulov Igor P.

Epistemology (Cognitive and Evolutionary Approach). Vol. 2. —
SPb., 2006. — 416 p.

In the second volume, the main attention is paid to analysis of cognitive abilities, such as perception, thinking, consciousness, and memory. The author proceeds from the assumption that epistemology should rest on the synthesis of the modern evolutionary and cognitive conceptions which have proved their effectiveness in cognitive science, in the information technology, and biotechnologies. From the point of view of evolutionary and information epistemology, the human knowledge turns out to be a specific for a species form of the information control of environment and of internal states of people. The effectiveness of this control is provided by cognitive abilities that continue to develop in the course of the biological (cognitive) and social-cultural evolution of human populations. Peculiarities of the scientific knowledge, including the biological (cognitive) premises of its formation, are under consideration in the book as well; the second part of the volume is devoted to these problems.

The book is addressed first of all to students and graduate students of philosophy as well as to readers interested in new conceptions of the modern epistemology.

Игорь Петрович Меркулов
ЭПИСТЕМОЛОГИЯ
(КОГНИТИВНО-ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД)
Том 2

Редактор: *М. Г. Ермакова*
Корректор: *Л. П. Овгинникова*
Верстка: *С. В. Степанов*

Подписано в печать 15.05.2006. Формат 84 × 108 ¹/₃₂.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 21,84. Тираж 1000 экз.
Заказ № **309**.

191011, Санкт-Петербург, наб. р. Фонтанки, 15
Издательство Русской Христианской гуманитарной академии
Тел.: (812) 310-97-91; факс: (812) 311-30-75
E-mail: editor@rchgi.spb.ru

Отпечатано в типографии издательства СПбГУ
199061, Санкт-Петербург, Средний пр., д. 41

ISBN 5-88812-227-0



© И. П. Меркулов, 2006
© Русская Христианская
гуманитарная академия, 2006

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	9
Часть I. ПОЗНАНИЕ И КОГНИТИВНЫЕ СПОСОБНОСТИ	
<i>Глава I.</i>	
Становление идей гипотетического реализма	13
1.1. Кризис оснований математики на рубеже XIX—XX вв.	14
1.2. Революция в физике в начале XX в.	27
1.2.1. Возникновение теории относительности	29
1.2.2. Формирование квантовой механики	35
1.3. Становление генетики и синтетической теории эволюции	51
1.4. Основные принципы гипотетического реализма	68
<i>Глава II.</i>	
Эпистемологическая характеристика человеческого познания ..	73
2.1. Эмпирическая природа эпистемологических знаний ..	74
2.2. Общее представление о познании	80
<i>Глава III.</i>	
Эволюция когнитивных способностей	92
3.1. Биологическая (когнитивная) эволюция как самопорождение когнитивных программ	96
3.2. Взаимосвязь когнитивной эволюции и нейроэволюции ..	102
3.3. Социокультурная среда как селективный фактор когнитивной эволюции человека	115
<i>Глава IV.</i>	
Восприятие	121
4.1. Эволюция эпистемологических взглядов на восприятие	121
4.2. Как работают наши органы чувств	124
4.3. Когнитивные особенности восприятия как вида познания	131

4.3.1. Восприятие цвета	138
4.3.2. Зрительное восприятие движения	143
4.3.3. Восприятие пространства	148
4.4. Кооперация восприятия с другими когнитивными способностями	157

Глава V.

Мышление	165
5.1. Логические и психологические концепции мышления ..	166
5.2. Эволюция мышления	172
5.2.1. Перцептивное мышление	174
5.2.2. Знаково-символическое мышление	184
5.2.3. Человеческое знаково-символическое (логико-вербальное) мышление	192
5.3. Мышление как информационный процесс	208
5.4. Мышление и язык	228

Глава VI.

Архаическое мышление	238
6.1. Когнитивные особенности архаического мышления ..	243
6.2. Понятия и прототипы	252
6.3. Неаналитические стратегии архаического мышления ..	260

Глава VII.

Сознание	267
7.1. Эволюция сознания	268
7.2. Перцептивное и символическое (вербальное) сознание ..	272
7.3. Сознание и эмпатия	289

Глава VIII.

Память	291
8.1. Виды памяти	293

Часть II. ЭПИСТЕМОЛОГИЯ НАУКИ*Глава I.*

Особенности научного познания	303
-------------------------------------	-----

Глава II.

Когнитивная природа математических и логических формализмов	314
2.1. Эпистемологические особенности логики как формальной науки	327

<i>Глава III.</i>	
Гипотеза	334
3.1. Эволюция эпистемологических представлений о гипотезе	335
3.2. Свойства гипотезы	339
3.3. Ad hoc гипотезы	346
3.4. Гипотетико-дедуктивный метод	348
3.5. Как рождаются научные гипотезы	351
<i>Глава IV.</i>	
Научная теория	366
<i>Глава V.</i>	
Эволюция научного знания	387
5.1. Эволюционная парадигма как модель роста науки	390
5.2. Селективно ценные ad hoc гипотезы как отправной пункт научных революций	397
Заключение	411

CONTENTS

Preface	9
---------------	---

Part I. KNOWLEDGE AND COGNITIVE ABILITIES

<i>Chapter I.</i>	
The formation of ideas of the hypothetical realism	13
1.1. The crisis of foundations of mathematics on the boundary of the 19 th and 20 th centuries	14
1.2. The revolution in physics at the beginning of the 20 th century	27
1.2.1. <i>The beginnings of theory of relativity</i>	29
1.2.2. <i>The creation of the quantum mechanics</i>	35
1.3. The formation of genetics and the synthetic theory of evolution	51
1.4. The main principles of the hypothetical realism	68
<i>Chapter II.</i>	
The epistemological characteristics of human knowledge	73
2.1. The empirical nature of epistemological knowledge	74
2.2. The general conception of knowledge	80

<i>Chapter III.</i>	
Evolution of cognitive abilities	92
3.1. Cognitive evolution as a self-generation of cognitive programs	96
3.2. The correlation of cognitive evolution and neuroevolution ..	102
3.3. The social and cultural environment as a selective factor of the human cognitive evolution	115
<i>Chapter IV.</i>	
Perception	121
4.1. The development of epistemological conceptions of perception	121
4.2. How our senses work	124
4.3. Cognitive peculiarities of perception as a kind of knowledge	131
4.3.1. <i>Color perception</i>	138
4.3.2. <i>Visual perception of locomotion</i>	143
4.3.3. <i>Space perception</i>	148
4.4. The cooperation of perception with other cognitive abilities	157
<i>Chapter V.</i>	
Thought	165
5.1. The logical and psychological conceptions of thinking	166
5.2. Evolution of thinking	172
5.2.1. <i>Perceptual thinking</i>	174
5.2.2. <i>Symbolic thinking</i>	184
5.2.3. <i>Human symbolic (logic-verbal) thinking</i>	192
5.3. Thinking as informative process	208
5.4. Thought and language	228
<i>Chapter VI.</i>	
The archaic thinking	238
6.1. Cognitive peculiarities of archaic thinking	243
6.2. Concepts and prototypes	252
6.3. Non-analytic strategies of archaic thinking	260
<i>Chapter VII.</i>	
Consciousness	267
7.1. Evolution of consciousness	268
7.2. Perceptual and symbolic (verbal) consciousness	272
7.3. Consciousness and empathy	289
<i>Chapter VIII.</i>	
Memory	291
8.1. Types of memory	293

Part II. EPISTEMOLOGY OF SCIENCE

<i>Chapter I.</i>	
Specific features of the scientific knowledge	303
<i>Chapter II.</i>	
The cognitive nature of the mathematical and logical formalisms	314
2.1. Epistemological characteristics of logic as a formal science	327
<i>Chapter III.</i>	
Hypothesis	334
3.1. Evolution of the epistemology conceptions of hypothesis ..	335
3.2. Properties of hypothesis	339
3.3. Ad hoc hypotheses	346
3.4. The hypothetico-deductive method	348
3.5. How scientific hypotheses appear	351
<i>Chapter IV.</i>	
Scientific theory	366
<i>Chapter V.</i>	
The evolution of scientific knowledge	387
5.1. Evolutionary paradigm as a model of the growth of science .	390
5.2. Selectively valuable ad hoc hypothesis as a starting point of scientific revolutions	397
Conclusion	411

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый вниманию читателей второй том «Эпистемологии» посвящен главным образом исследованию когнитивных способностей и анализу радикальных сдвигов, которые произошли в этой традиционной для эпистемологии области благодаря применению эволюционных и информационных моделей, получивших апробацию и широкое признание в современной науке, прежде всего в молекулярной биологии, генетике, нейробиологии и когнитивной науке, а также в качестве теоретической основы высоких информационных и биотехнологий. Рассматривается, хотя и довольно бегло, другая традиционная для эпистемологии область — научное познание и его особенности (эпистемология науки).

Как и в своих предшествующих исследованиях, автор в данной работе отталкивается от предпосылки, что для своего успешного развития современная эпистемология должна ориентироваться на синтез эволюционных представлений и общепринятых в когнитивной науке моделей переработки информации. Поэтому развиваемый здесь общий эпистемологический подход (или концепцию) можно назвать *эволюционно-информационной эпистемологией*. Разделяя вместе со многими другими направлениями натуралистической эпистемологии позиции гипотетического реализма, эволюционно-информационная эпистемология в то же время полагается на свои собственные предпосылки, рассматривая человеческое познание как видоспецифичную форму информационного контроля окружающей среды и внутренних

когнитивных состояний людей, обеспечивающую их выживание. Эта форма информационного контроля возникает из процесса взаимодействия эволюционирующего объекта и субъекта познания, которые в одинаковой степени реальны и принадлежат к одному и тому же типу реальности. В силу универсальности мировых эволюционных процессов, продолжающейся биологической (когнитивной) и культурной эволюции человеческих популяций, а также идеальной природы понятий и концептуальных систем, математических и логических формализмов, создаваемых человеческим знаково-символическим (логико-вербальным) мышлением (в тесной связи с мышлением пространственно-образным), наши научные представления о структурах природы, общества и функционировании нашей когнитивной системы носят принципиально гипотетический характер.

Хочу выразить глубокую признательность сотрудникам сектора эволюционной эпистемологии Института философии РАН, а также официальным рецензентам член-корр. РАН Б. Г. Юдину и доктору философских наук Е. Н. Князевой за подробный критический анализ первоначального варианта рукописи книги, а также глубокую благодарность Российскому гуманитарному научному фонду (гранты № 03-03-00092а и № 05-03-160041д) и Российскому фонду фундаментальных исследований (грант № 02-06-80083) за финансовую поддержку моих исследований и издание этой книги.

**ЧАСТЬ
I
ПОЗНАНИЕ
И
КОГНИТИВНЫЕ
СПОСОБНОСТИ**

Глава I

СТАНОВЛЕНИЕ ИДЕЙ ГИПОТЕТИЧЕСКОГО РЕАЛИЗМА

Формирование современных эпистемологических концепций неразрывно связано с научной революцией XX в., с возникновением новых дисциплин, с применением в эпистемологии точных методов специальных наук. Кризис традиционных для классической науки теоретических представлений повлек за собой смещение эпистемологических проблем в область собственно научных исследований и обусловил гораздо более широкое участие в поиске их решений ученых, не являвшихся профессиональными философами. Научные открытия минувшего века создали реальные предпосылки для становления идей гипотетического реализма, укрепления его позиций, создали основу для развития современных эпистемологических представлений о субъекте познания, о когнитивной эволюции и эволюции наших когнитивных способностей, позволили рассматривать познавательные процессы как процессы переработки мозгом когнитивной информации. В результате современная эпистемология, исследующая общие закономерности человеческого познания, фактически оказалась весьма тесно сопрягающейся с эволюционной биологией и эволюционной психологией, а также со многими разделами когнитивной науки, которая в настоящее время охватывает исследования в области искусственного интеллекта, эволюционной кибернетики, когнитивной психологии, лингвистики, психолингвистики, информатики, нейробиологии, вычислительной нейронауки и т. д.

1.1. Кризис оснований математики на рубеже XIX–XX вв.

На рубеже XIX–XX вв. математика переживала серьезный кризис своих оснований. В конце XIX в. многим казалось, что попытки А. Коши, К. Вейерштрасса и др. математиков завершить арифметизацию математического анализа и теории функций наконец-то увенчались полным успехом — различные виды чисел удалось определить в терминах натуральных чисел и операций над ними. Большинство математиков было удовлетворено этими достижениями и весьма настороженно встретило появление новой дисциплины — теории абстрактных множеств, над созданием которой на протяжении 70-х гг. XIX в. упорно работал немецкий математик Г. Кантор. Разработка этой теории стимулировалась тем обстоятельством, что арифметизация предполагала редукцию к целым числам, к конечным и бесконечным системам чисел, т. е. к множествам. Теория Кантора имела дело с актуальной бесконечностью и представляла собой попытку математической экспликации интуитивных представлений о множествах. Благодаря главным образом его усилиям классическая теория множеств в начале 90-х гг. XIX в. окончательно сформировалась и стала широко применяться в анализе и геометрии. Казалось, математика обрела полный и надежный фундамент, однако уже в 1895 г. Кантор впервые столкнулся с антиномией (внутренним противоречием), относящейся, правда, к довольно специальной области — теории вполне упорядоченных множеств. Хотя Кантор не смог предложить какого-либо удовлетворительного способа разрешения этой антиномии, ситуация тогда не казалась слишком серьезной. Но в 1899 г. он обнаружил еще одну антиномию, связанную с понятием мощности множества всех множеств. Под влиянием этой антиномии Б. Рассел в 1902 г. построил свою собственную антиномию, относящуюся к самым началам теории множеств. Эта антиномия затрагивала также и основания логики, поскольку ее можно

было легко переформулировать в логических терминах. Первоначально обнаруженными аномалиями (их в дальнейшем классифицировали как логические и семантические) были обеспокоены главным образом лишь немногие математики, занимавшиеся проблемами обоснования математики и логики. Они предложили системы аксиоматической теории множеств, в которой понятие множеств исключает образование слишком обширных множеств, а следовательно, и появление аномалий. Однако цена казалась слишком высокой. Поэтому в дальнейшем аномалии стали привлекать внимание все более широкого круга исследователей, в том числе логиков и философов. Оказалось, что использованные Кантором «наивные» представления о множествах не могут служить удовлетворительной основой теории множеств, не говоря уже о математике в целом. Открытие аномалии дало импульс исследованиям логических оснований математики и оказало огромное влияние на современную математику. Оно привело к выявлению далеко идущих расхождений по вопросу об основных математических понятиях (начиная с понятий множества и числа), их эпистемологическом статусе, к формированию новых направлений в математике XX в. — *логицизма, формализма (метаматематического подхода) и интуиционизма.*

Сторонники *логицизма* исходили из предпосылки, что математические истины представляют собой подмножества логических истин. Хотя тезис о редукции математики к логике впервые был выдвинут еще Г. В. Лейбницем, попытки его практической реализации стали возможны лишь в конце XIX в. К этому времени математикам удалось в основном завершить арифметизацию геометрии, алгебры и анализа. Пытаясь редуцировать арифметику к логике, немецкий математик и логик Г. Фреге заново перестроил формальную логику — разработал первую полную аксиоматическую систему пропозиционального исчисления и значительно расширил функциональное исчисление. После десятилетней напряженной работы он, тем не менее, не достиг полного успеха. Оказалось, что его система не свободна от антиномии,

которую обнаружил Б. Рассел еще до выхода в свет второго тома фундаментального труда Фреге «Основные законы арифметики». Разделяя программу логицизма, Б. Рассел, со своей стороны, полагал, что за антиномии ответственна не столько сама математика, сколько логика. В отличие от Фреге, свою главную задачу он видел в том, чтобы редуцировать к логике не арифметику, а канторовскую теорию множеств. С его точки зрения, для элиминации возникающих антиномий необходимо было усовершенствовать правила образования идеального исчисления и заново переформулировать логику в виде разветвленной теории типов, которая предусматривала бы иерархическую стратификацию переменных. Это позволило бы исключить непредикабельные определения (т. е. разрешающие рассматривать множества как элементы самих себя), ответственные за появление аномалий. Такая теории была разработана Расселом совместно с А. Н. Уайтхедом и опубликована в их капитальном трехтомном труде «Principia Mathematica» (1910–1913). Она позволяла рассматривать канторовскую теорию множеств как часть логики, отождествляя ее с логической теорией классов. Однако при переходе к бесконечным множествам это отождествление приводило к появлению серьезных проблем. В частности, оказывалось, что в Principia Mathematica нельзя доказать логические аналоги аксиом бесконечности и выбора. Принятие же соответствующих аксиом логики, позволявших получить такие логические аналоги, представлялось делом весьма сомнительным в силу их не логического, а экзистенциального, эмпирического характера. К тому же логика, предусматривающая иерархию переменных по типам, не является функциональным исчислением первого порядка и, соответственно, не обладает желательными свойствами. Уже в 1931 г. К. Геделю удалось показать, что системы типа Principia Mathematica неполны в том смысле, что их средствами можно сформулировать неразрешимые, т. е. недоказуемые и неопровержимые, предложения математики. По этим и некоторым иным причинам большинство исследователей отвергли предложенную Расселом и Уайтхедом

теорию типов в качестве фундамента математики (теории множеств), а соответственно, и логицистскую концепцию редукции математики к логике в целом.

Пытаясь усовершенствовать правила образования понятий и устранить те из них, которые приводят к порочному кругу, сторонники логицизма нуждались в доказательстве непротиворечивости систем, получающихся в результате применения разработанных ими достаточно жестких мер. Стандартный, традиционный метод проведения таких доказательств в начале XX в. сводился к указанию пригодной для интерпретации модели теории, которая берется из другой теории, если непротиворечивость последней не вызывает сомнений. С помощью такого метода Д. Гильберт в 1899 г. доказал относительную непротиворечивость евклидовой геометрии, построив для нее модель средствами арифметики действительных чисел. Он значительно усовершенствовал формальную аксиоматику, но для доказательства непротиворечивости систем, построенных с целью избежать появления известных аномалий, данный метод не годился, так как из-за этой угрозы никакую формальную аксиоматическую теорию, пригодную для построения бесконечных моделей, нельзя было считать достаточно надежной. Выход из тупика Гильберт предложил в 1904 г. Он, несмотря на обнаруженные аномалии, сохранял веру в надежность фундамента классической математики. По его мнению, для восстановления ее надежности нужно было ограничиться применением в математике только таких методов доказательства, которые были бы достаточно сильны для того, чтобы построить всю классическую математику (включая канторовскую теорию множеств), но все же не до такой степени, чтобы вывести из соответствующих аксиом противоречия (аномалии).

Для реализации своей программы Гильберт предложил *формализовать математику*, прежде всего ее основу — теорию множеств, арифметику и анализ, сформулировать их в виде формальных аксиоматических теорий. Метод формализации гильбертовского типа (или *логицистский метод*)

предполагал построение некоторой формальной системы, где из аксиом с помощью четко фиксированного множества правил вывода можно было вывести по меньшей мере основы математики. Формальность системы означала, что в ней учитывается только вид и порядок символов, а не их значения. Поскольку правила вывода применяются только к последовательностям символов, то в такой системе можно чисто механически, путем сопоставления убедиться, будет ли цепь последовательностей символов доказательством последней последовательности этой цепи, или нет. Гильберт считал, что применение правил вывода к аксиомам не может привести к формальной противоречивости, если все виды доказательств, вызывающие возражения математиков (например, ведущие к непредикативному образованию понятий), элиминировать из *метаматематики*, т. е. метатеории, исследующей методы математических доказательств. В метаматематике, настаивал Гильберт, следует пользоваться исключительно *финитными* методами, которые используют только «интуитивно представляемые» объекты и осуществимые процессы. Такие методы должны исключать рассмотрение бесконечного класса как завершенного целого (т. е. использование «актуальной», «завершенной» бесконечности) и требовать для любого доказательства существования математического объекта ссылки на алгоритмически выполнимый метод его построения. Получалось, что проблема непротиворечивости, если ее сформулировать в финитных терминах, может быть решена финитными методами.

Хотя Гильберту и его последователям удалось доказать строго финитными методами непротиворечивость довольно широкой подсистемы арифметики, их программа в целом, основанная на убежденности в принципиальной разрешимости всех математических проблем, порожденных аномалиями, в рамках некоторой конкретной формальной (логистической) системы, на практике оказалась невыполнимой. Как было показано в 1931 г. К. Гёделем (теорема о неполноте), логистические системы, настолько богатые, что они содержат рекурсивную арифметику (а к ним относятся все те-

ории множеств!), либо противоречивы, либо неполны. Таким образом, эта теорема фактически выявила принципиальную ограниченность дедуктивных возможностей достаточно богатой логистической системы. (В дальнейшем оказалось, что ее выводы справедливы и для некоторых нелогистических формальных систем, где допускаются трансфинитные правила вывода, например правило бесконечной индукции.) Из нее также следовало, что семантическое понятие истины в арифметике (а следовательно и во всей математике) нельзя исчерпывающим образом выразить посредством синтаксического понятия доказуемости в какой-либо одной логистической системе. Полученные Гёделем результаты, кроме всего прочего, свидетельствовали о недостаточности допускаемых формализмом финитных методов для доказательства непротиворечивости классической математики. Тем самым обнаружилось, что первоначальный вариант гильбертовской программы практически неосуществим, а возлагавшиеся на эту программу надежды безосновательны. Результаты Гёделя о полноте и неполноте формальных систем обозначили *важные эпистемологические границы математического познания* — стало ясно, что пути математических открытий не сводятся только к обнаружению новых следствий из имеющихся аксиом по данным правилам вывода, как это предполагалось программой Гильберта, а включают в себя также изобретение новых аксиом и правил.

В то время как формализм рассчитывал укрепить структуру классической математики посредством доказательства ее непротиворечивости, *интуиционизм* предложил гораздо более радикальные меры по реконструкции математики. Интуиционисты полагали, что источник проблем канторовской теории множеств (как и всей классической математики) коренится в непонимании природы математического познания, в необоснованном перенесении на область бесконечного методов доказательства, пригодных лишь для области конечного. Согласно Л. Брауэру и его последователям, математику следует рассматривать не как некую теорию, со-

стоящую из предложений и правил, а только как особого рода интеллектуальную деятельность, как метод познания человеческого опыта, базирующийся на изначальной математической интуиции, на интуиции положительных целых чисел. Эта интуиция носит не чувственный (или опытный), а скорее врожденный характер, по сути дела она представляет собой своего рода «встроенную» в нашу когнитивную систему программу обработки когнитивной информации, которая обеспечивает выделение отдельных восприятий, элиминацию всех качественных особенностей воспринимаемых объектов и мысленное объединение нескольких единиц в некое абстрактное единство непрерывности и дискретности. Математика имеет непосредственное отношение не к внешнему по отношению к людям миру, а исключительно к их внутреннему миру мыслительных процессов, которые путем неопределенного повторения элементарных математических актов можно выстроить в неограниченную последовательность. Прототипом тех мыслительных стратегий, с которыми интуиционизм отождествлял математическое мышление, по-видимому, выступало построение по методу математической индукции, благодаря которому с помощью конечных процедур могут быть получены только «конечные» предложения, а их истинность или ложность можно в принципе установить посредством конечного числа испытаний. Эти стратегии широко применяются, хотя, как правило, и неосознанно, в нашем повседневном, обыденном мышлении и познании. Но лишь на высшей ступени эволюции менталитета и цивилизованности возникают предпосылки для перехода к математическим абстракциям и их уточнению с помощью теорий.

Брауэр и его последователи использовали представление об изначальной интуиции положительного целого числа для того, чтобы определить свободно становящиеся последовательности и множества, включив таким образом в сферу действия математической интуиции не только дискретную и счетную теорию чисел, но и непрерывную и не-счетную область анализа. Взамен классической математики

они предложили построить математику, которая согласовывалась бы с интуицией и в которой математические сущности возникали бы в результате их *построения*, а не вводились бы целиком как множества, удовлетворяющие списку аксиом. Заранее не известно, какие конкретные способы построения необходимы для достижения данной цели. Динамическая, ничем не ограниченная природа математического мышления исключает возможность исчерпывающих описаний процессов и операций, приводящих к допустимым математическим конструкциям. Любое описание такого рода, любая система аксиом и правил вывода, любая репрезентация на языке символической логики могут быть только приближенными, гипотетическими характеристиками конструктивных процессов математического мышления.

Надо сказать, что по сравнению с логицизмом и метаматематическим подходом интуиционизм значительно ограничивал когнитивную роль языка — процесс мышления с точки зрения этого направления не столь уж зависим от вербальной репрезентации мысли, поскольку язык (или его письменный эквивалент) в действительности нужен нам лишь для кодирования и передачи смысла идей. Даже математический язык (не говоря уже о повседневном языке) значительно уступает мысленным конструкциям в силу своей неопределенности, двусмысленности, чреватой недоразумениями, поскольку интерпретация математических и логических символов всегда опирается на естественный язык. Являясь в своей основе строгой и однозначной, математическая мысль нередко существенно искажается в результате актов вербальной коммуникации или письменного изложения. Поскольку для математики нет никакого надежного языка, то следует анализировать не математический язык, а математическое мышление, математическое доказательство, которое по своей сути тождественно построению. Но как мыслительный процесс математическое построение не может быть адекватно вербализовано и символизировано.

Поскольку математика представляет собой прежде всего математические конструкции, а не их языковые репре-

зентации (выражения), то и логику, согласно точке зрения интуиционистов, следует рассматривать только как науку о *формах* репрезентации мыслей, как получающуюся благодаря абстракции от математики теорию репрезентации математических конструкций. Логические законы суть законы символизации мышления. Единственной основой математики выступает арифметика (теория чисел). К математике логические законы приложимы лишь в той степени, в какой они согласуются с математической интуицией и конструктивным построением математических объектов. Эти законы предполагают использование представлений о бесконечных множествах как о неких «завершенных» концептуальных объектах. А это не согласуется с математической интуицией, допускающей существование лишь потенциальной («незавершенной») бесконечности. Поэтому законы классической логики имеют ограниченную область приложения — они применимы только к конечным множествам с определенными границами. В первую очередь это касается закона исключенного третьего, который лежит в основе *косвенных доказательств существования математических объектов*. Этот закон нельзя рассматривать в качестве априорной логической аксиомы, а только как эвристическую гипотезу, позволяющую предположить и предвидеть результат, который может быть достигнут построением. Отрицание общего утверждения в классической логике (и математике) с этой точки зрения просто бессмысленно, оно не влечет за собой некоторого утверждения о существовании, если, конечно, речь не идет о конечной предметной области с определенным объемом. В качестве отрицания общего утверждения может выступать только построенный контрпример.

Таким образом, сторонники интуиционизма фактически отвергали правомерность косвенного метода доказательства за исключением тех случаев, когда он может быть заменен конструктивным построением, при котором существование математического объекта доказывается путем ссылки на процедуру его получения из более простых объектов посредством последовательного применения каких-либо пра-

вил (конструкций). Понятно, что тем самым исключается появление антиномий (типа парадокса Рассела), поскольку соответствующие математические (и логические) объекты не могут быть конструктивно построены. Однако интуиционисты не отрицали эвристическую ценность косвенного метода — теорема, доказанная с помощью такого метода, признавалась ими в качестве непротиворечивой, поскольку ее отрицание не может быть истинным. Такое доказательство, с их точки зрения, должно служить примером для поиска соответствующего конструктивного доказательства.

В ходе начавшейся еще в 1918 г. реконструкции математики в соответствии с программой интуиционистов постепенно сформировалась интуиционистская математика, которая лишь частично (если речь идет о результатах) пересекается с классической математикой. Интуиционисты считали, что все «законные» математические методы укладываются в их систему, которая вполне достаточна для нужд математики. Их методы, как правило, оказывались гораздо более сложными, поскольку приходилось избегать использования косвенных доказательств, но одновременно и более информативными. Однако многие математики оказались не готовы принять интуиционистские ограничения. Правда, последующие успехи неинтуиционизма (и вышедшего из него конструктивизма) значительно умерили их первоначальный скепсис.

Несмотря на крах первоначальных вариантов логицистской, формалистской и интуиционистской программ, несмотря на то что этим направлениям так и не удалось преодолеть кризис оснований математики, связанный с открытием антиномий, все же был накоплен огромный арсенал знаний в виде новых понятий, новых теорий и методов, послуживших отправным пунктом дальнейших математических и метаматематических исследований. С помощью метода формализации не только удалось выявить и надлежащим образом сформулировать фундаментальные математические проблемы, но и наметить пути их конструктивного решения. В метаматематике также было сделано немало заме-

чательных открытий, благодаря которым у нее постепенно открылись принципиально новые области применения. В частности, совершенно неожиданно здесь возникла область, связанная с построением и изучением «машинных» языков (языков программирования). Отправным пунктом формирования этой области послужили исследования, проводимые в рамках гильбертовской программы, целью которых являлось уточнение понятия механической вычислительной процедуры (алгоритма) в арифметике. Попытки эксплицировать интуитивное представление о вычислимых функциях с помощью понятий, сформулированных в точных математических терминах, и разложить известные вычислительные процедуры на элементарные операции, повторения которых было бы достаточно для проведения любого возможного вычисления, увенчались разработкой теоретических принципов функционирования некоторого рода идеальной вычислительной машины («машины Тьюринга»), значение которых для последующего развития компьютерной техники и информационных технологий трудно переоценить.

В результате довольно бурных дискуссий между интуиционистами и сторонниками метаматематического подхода постепенно был достигнут известный компромисс и установилось некоторое взаимопонимание: интуиционисты, в частности, согласились снять основную часть своих возражений против программы Гильберта, если формалисты (которые в некотором отношении оказались даже более последовательными «финитистами») откажутся от своего отождествления непротиворечивости системы и доказательства существования в математике (т. е. от своего тезиса, что доказательство непротиворечивости формализма является достаточным условием для материальной истинности любых его интерпретаций) применительно к тем ее областям, которые, по их мнению, не имеют интуитивной основы. Но в чем тогда ценность неинтуиционистской части классической математики? Пытаясь решить эту проблему, Гильберт еще в 1926 г. предложил проводить различие между «реальным» и «идеальным» существованием, между реальными математиче-

скими утверждениями, которые строятся конструктивно и имеют содержательный, интуитивно ясный смысл, с одной стороны, и утверждениями идеальными, основанными на актуальной бесконечности, которые таким смыслом не обладают, — с другой. Присоединение идеальных утверждений к идеальным утверждениям классической математики дает ощутимые теоретические преимущества — упрощение доказательств, уяснение смысла теорем и т. д. Но в итоге современная математика оказывается такой гипотетичной идеальной теоретической конструкцией, в которой далеко не каждое отдельное утверждение обладает интуитивно ясным смыслом.

В этой связи возникает вопрос, существуют ли — как платонистские идеи или как эмпирические сущности — единственные в своем роде «подлинные» числа и понятие множества, а соответственно и единственные «истинные» арифметика и теория множеств, по отношению к которым имеющиеся аксиоматические теории являются лишь неполными, частичными приближениями? Положительный ответ на него означал бы, что существует некое «объективное», «внутренне присущее», «подлинно истинное» решение математических задач, независимое от их конструктивного решения. Понятно также, что наш опыт, по-видимому, не может служить источником представлений о бесконечных множествах. Разумеется, математические открытия не в состоянии окончательно опровергнуть (или подтвердить) какую-либо из эпистемологических позиций. Но все же нельзя не признать, что нет никакой *одной-единственной* теории множеств, а есть *многие* конкурирующие между собой теории, и что нет объективных предпосылок надеяться на возможную реабилитацию классической теории множеств в ее полном объеме и вообще на единственность решения проблем оснований теории множеств, которое заставило бы математиков принять такую теорию в качестве «подлинно истинной».

Итак, пока что нет никаких реальных оснований для того, чтобы и далее верить в существование такой «объективной реальности», которая обуславливала бы однознач-

ную определенность понятия множества и самой теории множеств. Конечно, это обстоятельство серьезно подрывает позиции классических эпистемологических (и онтологических) подходов к природе математического познания. Они столкнулись с проблемами, которые в обобщенной форме были сформулированы в свое время американским математиком Х. Карри: «Нужна ли математике для своего оправдания абсолютная надежность? Зачем, скажем, нам так уж нужно быть уверенными в непротиворечивости теории или в том, что ее можно вывести с помощью абсолютно определенной интуиции чистого времени, прежде чем использовать эту теорию? Ведь ни к какой другой науке мы не предъявляем таких требований. В физике, например, теории всегда гипотетичны; мы принимаем теорию, коль скоро на ее основе можно делать полезные предсказания, и видоизменяем или отвергаем ее, коль скоро этого сделать нельзя. Именно так случилось и с математическими теориями, когда в связи с обнаружением в них противоречий приходилось модифицировать не оспариваемые до того времени математические доктрины. Так почему мы не можем поступать так же и в будущем? Используя формалистскую концепцию для объяснения того, что представляет собой теория, мы принимаем теорию, коль скоро она полезна, удовлетворяет некоторым условиям единственности и простоты, разумным для своего времени, и коль скоро известно, что эта теория не введет нас в заблуждение. Мы должны держать наши теории под постоянным наблюдением, чтобы видеть, что эти условия выполнены, и чтобы получить все основанные на догадках доказательства адекватности теорий, которые мы можем получить. Теорема Геделя утверждает, что это все, что мы должны сделать. Более того, поскольку оценка полезности теории зависит от ее назначения, можно для различных целей принимать по-разному построенные теории, так что интуиционистская и классическая математики могут сосуществовать»¹.

¹ Карри Х. Основания математической логики. М., 1969. С. 38–39.

Таким образом, кризис оснований математики в начале XX в. фактически открыл путь для широкого проникновения идей гипотетизма в эпистемологию формальных наук². Новые весьма веские аргументы в пользу плодотворности этих идей появились только благодаря развитию за последние десятилетия когнитивной науки и эволюционных представлений применительно к человеку. Экспериментальные открытия в 60–70-х гг. XX в. межполушарной церебральной асимметрии и особенностей стратегий переработки информации правым и левым полушариями человеческого мозга позволили прояснить подлинную когнитивную природу математических (и логических) формализмов как идеальных структур и инструментов нашего знаково-символического мышления. Конечно, сам факт продолжающейся биологической (когнитивной) эволюции человеческих популяций, эволюции нашего мышления (левополушарного, знаково-символического в кооперации с мышлением правополушарным, пространственно-образным) делает совершенно прозрачными поиски какой-то одной-единственной, подлинно истинной «объективной мыслительной реальности» (в том числе платонистских идей) или абсолютного коррелята идеальных, формальных математических структур.

1.2. Революция в физике в начале XX в.

На протяжении нескольких веков ньютоновская механика оставалась недостижимым идеалом для физики и других естественных наук. На основе ее допущений сформировалась первая физическая картина мира. Были развиты представления о структуре материи и человеческом познании. Согласно механистической картине мира предполагали

² Более подробно о кризисе оснований математики см., например: Френкель А. А., Бар-Хиллел И. Основания теории множеств. М., 1966.

лось, что Вселенная состоит из отдельных объектов (тел, атомов и т. д.), поведение и взаимодействие которых управляется законами классической механики строго однозначным и единственным образом. Только во второй половине XIX в. благодаря работам М. Фарадея, Д. Максвелла и Г. Герца появляется теория электромагнитного поля, положившая конец надеждам на возможность универсального механистического объяснения всех явлений. Эта теория позволила обобщить представления о новом виде физической реальности — электромагнитном поле. Хотя первоначально электромагнитное поле рассматривали как изменение состояния эфира, позднее оказалось, что оно имеет принципиальное и самостоятельное значение, не сводимое к другим видам материи.

К исходу XIX в. в классической физике был сделан ряд других замечательных открытий. Эти открытия, в частности, давали основания полагать, что атомы (которые в тот период мыслились по аналогии с макрообъектами, воспринимаемыми с помощью органов чувств) имеют сложную структуру и их нельзя рассматривать как мельчайшие, не разложимые на составляющие, частицы вещества. Было, например, обнаружено существование электрона — элементарного электрического заряда, являющегося составной частью атома. Предполагалось, что в атомах происходят какие-то изменения, поскольку электроны, образуя ионы, могут присоединяться или отделяться от атомов. Открытие структурной сложности атомов, конечно же, сделало проблематичным дальнейшее использование традиционного понятия субстанции. В конце XIX в. исследования законов теплового излучения абсолютно черного тела показали недостаточность волновых представлений о свете. Было установлено, что свету, помимо волновых свойств, проявляющихся в таких явлениях, как интерференция, дифракция, дисперсия и поляризация, присущи еще и свойства, которые ранее рассматривались исключительно как атрибуты частиц, т. е. тел, локализованных в определенном объеме, обладающих определенной массой, определенным количеством движения

и кинетической энергией. Дискретный характер светового излучения был объяснен в 1900 г. М. Планком. Он показал, что экспериментальные данные, касающиеся излучения абсолютно черного тела, получают убедительную интерпретацию, если предположить, что энергия излучения поглощается или испускается телами в количестве, кратном определенной порции. Разработанное М. Планком представление о свете как потоке соответствующих частиц — квантов света, которые могут перемещаться в пространстве подобно перемещению корпускул, — явно противоречило теории классической физики. Получалось, что в некоторых системах энергия не может принимать любое непрерывное значение — энергетический обмен таких систем имеет дискретную, квантовую природу. Однако подлинно глубокие новации в физике начинают происходить лишь в XX столетии.

Первой физической теорией XX в., заставившей переосмыслить и пересмотреть сложившиеся представления классической эпистемологии о когнитивной природе научных знаний, оказалась специальная теория относительности.

1.2.1. Возникновение теории относительности

Следуя принципам Г. Галилея, теоретическая физика XX в. (как и теоретическая физика Нового времени) исходила из фундаментального предположения, что признаки (свойства и отношения) абстрактных идеальных физических объектов должны быть математически взаимосвязаны и вычислимы (именно поэтому они, собственно, и являются *идеальными объектами*) с помощью имеющихся математических формализмов. Остальные признаки игнорируются — они невычислимы, и их значения невозможно учитывать при построении математических моделей, формулировании уравнений. Именно поэтому развитие теоретической физики, начиная с Галилея, всегда шло рука об руку с развитием математики — с разработкой дифференциального и интег-

рального исчисления, вариационного исчисления, векторного анализа, математической теории вероятностей, теории групп и т. д. Математика в своем развитии всегда опережала физику — как специальные абстрактные идеальные структуры нашего знаково-символического мышления математические формализмы не возникают из экспериментальных фактов эмпирических наук, они разрабатываются совершенно независимо от них и, как правило, до появления физических теорий, в которых они применяются. В физике XX в. метод математической гипотезы, порождающий идеальные концептуальные системы, приобрел доминирующее значение. По словам Ф. Дайсона, «математика — основной источник предсказаний и принципов, посредством которых создаются новые теории»³.

В конце XIX в. электродинамика движущихся сред Максвелла получила дальнейшее развитие в работах Г. Герца и Г. Лоренца. Однако и электродинамика Герца (1890 г.), и электромагнитная теория Лоренца (1892 г.) сразу же столкнулись с рядом трудноразрешимых проблем, связанных с принятыми вариантами описания свойств особой среды, обеспечивающей распространение электромагнитных волн, — эфира. Так, например, результаты экспериментов И. Физо, Д. Эри и А. Майкельсона явно не согласовывались с некоторыми теоретическими выводами, вытекавшими из электродинамики Герца, которая допускала, что эфир полностью увлекается движущимися телами. Из этой теории также следовало, что уравнения Максвелла должны сохранять инвариантную форму, удовлетворяя классическому принципу относительности Галилея.

Допустив прямо противоположную гипотезу, — что тела движутся сквозь неподвижный эфир, — теория Лоренца также оказалась в сложном положении, будучи не в состоянии объяснить нулевой результат эксперимента Майкельсона—Морли 1887 г. В задачу этого эксперимента входило

³ Дайсон Ф. Математика и физика // Успехи физических наук. 1965. Т. 85. Вып. 2. С. 352.

выявить эффекты движения системы отсчета относительно эфира (речь идет об эффектах второго порядка относительно v/c , на возможность обнаружения которых указывал Максвелл еще в 1879 г.).

Хотя эксперимент Майкельсона—Морли 1887 г., видимо, не имел прямого отношения к разработке электродинамики движущихся тел А. Эйнштейна, его нулевой результат все же сыграл здесь важную стимулирующую роль, так как действительно поставил под сомнение вытекавший из электромагнитной теории Лоренца вывод относительно инвариантности уравнений Максвелла—Лоренца в различных инерциальных системах. Тем самым он, безусловно, способствовал радикальному изменению направления исследований, их сдвигу в область сугубо математических задач, ориентируя ученых на поиск таких условий, при которых уравнения Максвелла—Лоренца оставались бы инвариантными при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой. И эти условия были найдены чисто математически Д. Фитцджеральдом в 1891 г.

Успешно решив, независимо от Фитцджеральда, возникшую математическую задачу в 1892 г., Лоренц объяснил результат эксперимента Майкельсона—Морли 1887 г. точно до эффектов второго порядка относительно v/c с помощью гипотезы сокращения, опираясь при этом на закон сложения скоростей Ньютона, который, однако, пришлось модифицировать, так как он предсказывал зависимость скорости света от скорости движения его источника. Тем не менее в течение ряда лет Лоренцу так и не удалось разработать убедительную физическую интерпретацию полученных математических формализмов — уравнений преобразований Лоренца—Фитцджеральда и Лоренца—Лармора⁴. Именно проблемы физического обоснования этих уравнений послужили отправным пунктом дальнейших теоретических исследований Лоренца, завершившихся созданием в 1909 г. теории элект-

⁴ См.: Miller A. I. Albert Einstein's Special Theory of Relativity. Addison, 1981. P. 32–40.

рона. Однако уже в 1904 г. А. Пуанкаре удалось открыть симметричность пространственных и временных преобразований Лоренца, обнаружив, что они обладают свойствами математической группы⁵.

Открытие того обстоятельства, что преобразования Лоренца обладают свойствами математической группы, поставило, по словам В. Паули, «вопрос о том, как поступить: считать, что само свойство законов природы допускать математическое описание в терминах теории групп носит приближенный характер, или что групповые свойства преобразований классической механики выполняются лишь приближенно, и их надлежит заменить более общей группой, охватывающей как механические, так и электромагнитные явления? Выбор склонился в пользу второй альтернативы»⁶. Признание невыводимости и самостоятельного значения преобразований Лоренца, их более общего и более фундаментального характера повлекло за собой глубокие изменения в физической картине мира. Так, например, из математических свойств группы непосредственно следовала обратимость преобразований Лоренца, а это прямо противоречило фундаментальной гипотезе Лоренца относительности существования привилегированной, связанной с эфиром, инерциальной системы отсчета. Именно поэтому открытие у преобразований Лоренца свойств математической группы позволяло в дальнейшем А. Эйнштейну вообще отказаться от гипотезы эфира, а также и от предложенной Лоренцем модификации классического закона сложения скоростей, в задачу которой входило объяснить сам факт независимости скорости света от скорости движения его источника⁷.

⁵ См.: Keswani G. H., Kilmister C. W. Intimation of Relativity — Relativity before Einstein // British Journal for the Philosophy of Science. 1983. N 4.

⁶ Паули В. Физические очерки. М., 1975. С. 187–188.

⁷ Более детально о формировании специальной теории относительности см., например: Miller A. Albert Einstein's Special Theory of Relativity. London, 1981.

Разработанная в 1905 г. А. Эйнштейном специальная теория относительности постулировала, что скорость передачи сигналов не может быть больше скорости света в вакууме, которая является величиной постоянной, одинаковой во всех инерциальных системах отсчета. Таким образом эта теория отказалась от принципа дальнего действия. Каузальная связь двух событий возможна только в том случае, если эти события связаны посредством светового сигнала. Специальная теория относительности также исходила из предположения, что пространство, отсчет времени и одновременность событий носят относительный характер. Эти понятия релятивны соответствующей системе отсчета. Во всех инерциальных системах физические явления протекают одинаковым образом, а формулировки физических законов неизменны и остаются инвариантными по отношению к преобразованиям Лоренца. Кроме того, из допущений специальной теории относительности вытекала зависимость массы от скорости, а также пропорциональность энергии тела массе. Масса может превращаться в энергию и наоборот, принцип сохранения энергии действует только суммарно, а не по отдельности. Ясно, что в новой физической картине, предполагаемой специальной теорией относительности, не оставалось места понятию субстанции.

В связи с разработкой специальной теории относительности перед физиками-теоретиками и математиками возник комплекс сложных проблем, связанных с необходимостью адаптировать к этой новой теории все ветви физики, например термодинамику, гидродинамику, теорию упругости, теорию Максвелла и т. д. Однако с появлением этой теории революция в физике XX в. только начиналась.

Специальная теория относительности устанавливала, что в каждой замкнутой неускоренной системе отсчета имеет место специфическая для этой системы координация событий как в пространственном, так и во временном отношениях. Но возникал вопрос, каковы пространственно-временные соотношения в ускоренно движущейся системе отсчета? отождествив действие поля тяготения и силы инерции в

ускоренной системе отсчета (принцип эквивалентности), А. Эйнштейн в разработанной им к 1915 г. общей теории относительности предпринял успешную попытку установить, в чем именно проявляются эффекты гравитационных полей. Ему удалось обнаружить, что ковариантные (т. е. выражающиеся в одинаковой форме) по отношению к любым системам отсчета свойства поля тяготения, определяемые свойствами его источника, проявляются в геометрии пространства и времени. Они специфицируются тензором кривизны — математическим объектом, величиной, характеризующей кривизну, метрику пространства-времени независимо от выбора системы отсчета. А. Эйнштейн предположил, что тензор кривизны пространства-времени пропорционален тензору энергии-импульса, который определяется распределением и движением масс — источников гравитационного поля. Это позволило ему получить общее уравнение поля тяготения, которое фиксирует обусловленность тензором массы определенной геометрии пространства-времени (метрики) вокруг данного объекта.

Из основных положений общей теории относительности непосредственно следовала равноправность всех систем отсчета для описания физических процессов. Тем самым полностью исключались общепринятые в классической физике представления об *абсолютном пространстве и времени*. Оказывалось, что инерция, гравитация и метрика пространства-времени связаны друг с другом. Вблизи больших масс геометрия пространства-времени *не евклидова, а риманова*. Математические формализмы механики Ньютона и его теории гравитации являются граничными (предельными) случаями математических формализмов общей теории относительности. Из уравнения тяготения общей теории относительности вытекало также, что космос имеет эволюционную историю, возможно, начало и конец. Во всяком случае, он эволюционирует, развивается. (Как показал А. А. Фридман, уравнение тяготения Эйнштейна имеет нестационарные решения. А это означало, что возможны нестационарные модели эволюции Вселенной.) Соответственно возникает новая область науки — *космология*.

1.2.2. Формирование квантовой механики

Наиболее глубоких изменений в принципах классической эпистемологии требовали проблемы, возникшие в результате появления в 1900—1928 гг. квантовой механики. В начале XX в. в физике был разработан ряд моделей атома, среди которых широкое признание получила планетарная модель атома водорода Резерфорда. Согласно этой модели, атом состоит из атомного ядра с зарядом Z , равного порядковому номеру элемента, вокруг которого вращаются Z электронов. На основе этой модели ученые, однако, не могли объяснить: 1) тождественность физико-химических свойств атомов; 2) стабильность их существования; 3) отсутствие в нормальном состоянии какого-либо магнитного излучения. В механическом отношении модель атома Резерфорда являлась устойчивой, однако она оказывалась неустойчивой в электродинамическом отношении.

Дело в том, что, согласно хорошо подтвержденной теории Максвелла-Лоренца, в результате излучения электромагнитных волн энергия электрона должна непрерывно уменьшаться, а следовательно, должен уменьшаться и радиус траектории электрона. Но отсюда следовало, что электрон в атоме водорода не может двигаться по неизменной орбите, его движение должно совершаться по свертывающейся спирали, в результате чего он неминуемо должен упасть на ядро. Кроме того, согласно законам классической электродинамики, любой заряд, движущийся по окружности или эллипсу, должен непрерывно излучать электромагнитные волны. Следовательно, такие волны должен излучать и электрон, между тем, в нормальном состоянии атомы водорода их не излучают. Датский физик Н. Бор решил временно игнорировать эти противоречия и выдвинул в 1913 г. теорию, которая явно не согласовывалась с выводами классической электродинамики. В основу своей теории он положил следующие исходные гипотезы.

1. Атомы могут длительно существовать лишь в стационарных состояниях, в которых они не излучают энергию. Вся-

кое изменение энергии может происходить только при переходе из одного стационарного состояния в другое (скачком).

2. При переходе из одного стационарного состояния в другое атомы испускают или поглощают энергию только строго определенной частоты.

Теория Бора успешно предсказала результаты экспериментов, которые не следовали из какой-либо предшествующей теории (например, длины волн линейчатого спектра атомарного водорода), причем, кроме известных до 1913 г. серий Балмера и Пашена, она предсказала еще некоторые серии, которые были впоследствии открыты Лайменом (1914 г.), Бреккетом (1922 г.) и Пфундом (1924 г.). Получив дальнейшее развития в работах Зоммерфельда и Паули, эта теория добилась значительных успехов в объяснении с единой концептуальной точки зрения многих деталей атомного строения и закономерностей, характерных для спектров излучения различных атомов. Однако по мере своего развития теория Бора столкнулась с весьма серьезными проблемами. Так, например, хотя условие частот и позволяло вычислить, какие кванты света испускаются при переходе системы из одного стационарного состояния в другое, вопрос о вероятности этих процессов оставался открытым. Как оказалось, теория Бора также не могла служить инструментом для вычисления интенсивности излучений, состояния поляризации излучаемого света и т. д. Но, что самое важное, она не вносила ясности в причины квантуемости механических величин — почему в стационарном состоянии движение электрона происходит только по одной из орбит, описываемых уравнениями механики? Как справедливо отмечал немецкий физик М. Лауэ, «теория Бора при всех своих больших и прочных успехах имела, однако, одну систематическую ошибку. Она применяла классическую или релятивистскую механику для определения орбит электронов и после этого без всякой внутренней связи с этим определением изгоняла преобладающее большинство этих орбит, как не удовлетворяющих квантовым условиям»⁸.

⁸ Лауэ М. История физики. М., 1956. С. 159–160.

Первый шаг по пути радикального пересмотра теории Бора был сделан в 1924 г. французским физиком Луи де Бройлем. Отталкиваясь от аналогии между потоком электронов и потоком квантов света, обладающих свойствами волнового движения, он предположил, что электронам также присущи волновые свойства. Эти свойства нельзя обнаружить с помощью макроскопических экспериментов, фиксирующих прохождение электронных пучков через электромагнитные поля, — они проявляются только на микроскопическом уровне при движении электронов в атомах. Опираясь на выводы теории относительности, де Бройль сопоставил длину электронных волн с количеством движения электронов и показал, как может быть определено значение длины волны электронных волн. Полученные результаты позволили де Бройлю теоретически обосновать принцип квантования Бора, т. е. принцип отбора круговых орбит, соответствующих стационарным состояниям атома. С точки зрения де Бройля, оказывалось, что стационарными являются только такие состояния электронов, у которых на длине их орбиты укладывается целое число дебройлевских длин волн (т. е. вдоль орбиты электрона образуется как бы стоячая волна).

Несмотря на достигнутый успех — объяснение постулата Бора, гипотезы де Бройля, устанавливающие связь потока электрона с волновым процессом, первоначально вызвали скептическое отношение большинства физиков, разделявших укоренившееся представление об электроны как о заряженном шарике. К тому же попытка де Бройля специфицировать волновые свойства электронов как группу волн (волновой пакет) была признана неудачной, так как оказалось, что такой пакет остается локализованным только в том случае, если отсутствуют воздействия на поток электронов. Лишь проведенный в 1928 г. эксперимент Девиссона — Джермера, обнаруживший явление дифракции для потока электронов, позволил отбросить сомнения в реальности волновых свойств электронов. Позднее, в 1930 г., Штерну и Эстерману удалось обнаружить, что волновые свойства при-

сути не только электронным потокам, но и потокам ионов и нейтральных атомов. Экспериментально подтвержденное наличие волновых свойств у электрона и других частиц ставило перед исследователями весьма непростые теоретические вопросы. Как, например, могут сочетаться волновые свойства электронов с локальностью электрического заряда, и если могут, то каковы вытекающие отсюда следствия? Ведь волновой процесс безграничен и делим — при прохождении через дифракционную решетку волна разлагается на ряд отдельных волн, распространяющихся в направлении дифракционных максимумов. Напротив, точечный заряд локализован и неделим, он может быть передан только в количестве, кратном заряду электрона. Но если волны обладают свойством делимости (например, на границе раздела двух сред они разделяются на волну преломленную и отраженную), и если при таких процессах, как преломление и отражение, целостность электронов (и других микрочастиц) все же сохраняется, то резонно предположить, что при падении на поверхность раздела частица либо отражается, либо преломляется, т. е. проходит во вторую среду. Но тогда оказывается, что *волновые свойства микроастиц могут быть вычислены только с помощью формализмов математической статистики*. Эти свойства нельзя определить однозначно, с достоверностью может быть указана только вероятность того или иного поведения микроастиц. Таким образом, статистической интерпретации подлежат именно волновые свойства микроастиц. Поэтому между амплитудой волны и величиной вероятности должно быть определенное соотношение. Так как амплитуда может быть величиной положительной и отрицательной, а значение вероятности — величина всегда положительная, то, как было установлено, именно квадрат амплитуды волны является мерой вероятности нахождения микроастицы в данном месте.

Вероятностное вычисление величин принципиально отличает квантовую механику от теории Бора. Постулаты последней, как и законы классической механики, предполагали, что координаты электрона, его скорости и зависящие

от них величины (импульсы, энергия и т. д.) могут быть строго однозначным образом определены, что всякое предшествующее состояние атома однозначно детерминирует его последующее состояние. Единственное исключение из этого составляло правило частот Бора, согласно которому частота излучения определялась не только начальной, но и конечной энергией атома. В силу этого электрон не мог испускать квант раньше, чем он окажется на конечной стационарной орбите. Но именно это правило оставалось самым слабым, теоретически не обоснованным пунктом теории Бора.

Таким образом, из открытия волновых свойств у частиц — электронов, нейтронов, ядер и молекул — непосредственно следовал *принципиально вероятностный (статистический) характер квантовой механики*, позволяющий осуществлять только вероятностное вычисление величин. Именно это фундаментальное открытие послужило надежным экспериментальным основанием ее дальнейшего развития. Однако де Бройлю, впервые предположившему наличие волновых свойств у электронов, не удалось найти математическое уравнение, которое позволяло бы описывать вероятностное поведение микроастиц.

Наличие у микроастиц волновых свойств, естественно, исключало возможность вычисления их поведения с помощью уравнений движения Ньютона (для макроастиц). Физики-теоретики были также вынуждены отказаться от дальнейших попыток применения когнитивно наглядных атомных моделей, использующих *экспериментально не наблюдаемые и математически невычислимые величины*, такие как положение электрона на орбите, вид орбиты, скорость движения по ней электрона и т. д. Усилия исследователей сконцентрировались на поиске новых путей решения проблем квантовой теории, сводившихся главным образом к поиску соответствующих математических формализмов, которые обеспечили бы точное вычисление экспериментально измеряемых величин — например, спектральных линий и энергетических уровней атома. Возникшие в связи с этим

два направления в атомной физике первоначально развивались относительно изолированно друг от друга, а затем были объединены в единую теорию — квантовую механику. Первое направление возникло в 1925 г. благодаря усилиям В. Гейзенберга (а также М. Борна и Н. Бора), который в качестве математического формализма новой механики предложил использовать малоизвестный в то время физикам-теоретикам аппарат матричной алгебры. Он предположил, что в механике микромира алгебраический закон коммутативности умножения не выполняется применительно к аналогам макроскопических механических величин. В результате ему удалось получить так называемое перестановочное соотношение, показывающее, что в механике элементарных частиц величина произведения импульса на сопряженную координату зависит от порядка умножения. Другой математический формализм квантовой механики был предложен в 1926 г. Э. Шредингером. Его формализм был проще и привычнее для физиков, так как сводился к линейному дифференциальному уравнению второго порядка (теория таких уравнений была разработана ранее Гильбертом). Шредингер доказал, что полученный им математический формализм эквивалентен формализму *матричной механики* Гейзенберга. Поскольку физическую интерпретацию своего формализма Шредингер связывал с гипотезами де Бройля, его механика получила название *волновой механики*.

Открытия Гейзенберга и Шредингера позволили разработать развернутую статистическую интерпретацию поведения квантово-механических объектов, а также уточнить принципиальное отличие квантовой теории не только от классической механики Ньютона, но и от классической статистической механики. В последней предметом исследования выступают абстрактные идеальные системы, состоящие из большого числа объектов, которые могут обладать каким-либо свойством в различной степени. Если, например, в качестве такой системы рассматривать совокупность молекул идеального газа, то применение к ней теории вероятности позволяет нам найти так называемую функцию рас-

пределения, которая показывает, какое число молекул обладает кинетической энергией в определенных пределах. Однако в данном случае применение вероятностных методов к одной отдельной молекуле лишено смысла, так как она может обладать только одним определенным значением кинетической энергии, находиться в определенном месте и двигаться в определенном направлении. Закон Максвелла-Больцмана дает возможность вычислить не только вероятность нахождения молекулы в определенном элементе объема, но и вероятность значений ее скорости и импульса в определенных пределах.

Напротив, в квантовой механике теория вероятности используется прежде всего для вычисления свойств и поведения отдельных, сугубо *индивидуальных объектов* — микрочастиц. Установленная экспериментально двойственная природа этих объектов выражается в сочетании некоторых свойств корпускулы и некоторых свойств волны. Степень проявления этих свойств существенно варьируется у различных микрочастиц и в различных условиях. В силу двойственной природы микрообъектов уравнение Шредингера описывает состояние отдельной микрочастицы в каждый момент времени с помощью некоторой функции от координат и времени — *волновой функции*. Эта функция будет принимать то или иное значение в зависимости от внешних условий, в которых находится микрочастица; она дает возможность определить вероятность всех возможных дискретных проявлений микрочастицы в данном состоянии — например, вероятность определенных значений ее координат (пространственной локализации), значений ее импульсов и других динамических величин. Иными словами, волновая функция характеризует движение отдельной микрочастицы статистически, указывая на весь спектр потенциальных возможностей ее поведения в данных условиях⁹. Математический

⁹ «Вероятность того или иного поведения объекта в данных внешних условиях определяется внутренними свойствами данного индивидуального объекта и этими внешними условиями; это есть

формализм квантовой механики позволяет нам вычислить величины, характеризующие либо только геометрическое положение (координаты) микрообъекта, либо только его состояние движения (импульс). (Согласно соотношению неопределенности Гейзенберга, чем больше область возможной локализации микрочастицы в каком-либо направлении, тем меньше неопределенность значения ее импульса, и наоборот.) Однако в квантовой физике вероятностные методы применяются не только для вычисления поведения индивидуальных микрообъектов, но и к классическим объектам (массовым явлениям или событиям) — например, к коллективам частиц или к сериям последовательных во времени наблюдений (опытов) над одной частицей в некоторых неизменных стандартных условиях¹⁰.

Почти сразу после появления первых работ Шредингера выявился ряд проблем с его уравнением волновой механики, связанных с тем обстоятельством, что это уравнение, не учитывая изменение массы электрона со скоростью, оказывается неинвариантным по отношению к преобразованиям Лоренца, т. е. не согласуется с основными допущениями теории относительности и динамики электрона. (Это ясно из внешнего вида уравнения Шредингера, не содержащего скорости света.) Предпринятая в 1926 г. Шредингером и Гордоном попытка привести волновое уравнение к форме, удовлетворяющей требованиям теории относительности, оказалась не вполне удачной, так как полученное уравнение плохо согласовывалось с опытными данными в отношении тонкой структуры спектральных линий. Эта проблема была

численная оценка потенциальных возможностей того или иного поведения объекта. Проявляется же эта вероятность в относительном числе осуществившихся случаев данного поведения объекта; это число и является ее мерой. Таким образом, вероятность относится к отдельному объекту и характеризует его потенциальные возможности...» (Фок В. А. Об интерпретации квантовой механики // Философские проблемы современного естествознания. М., 1959. С. 227).

¹⁰ Более подробно об этом см.: *Сазков Ю. В.* Вероятностная революция в науке. М., 1999. С. 89–97.

успешно решена в 1928 г. П. Дираком, которому удалось получить уравнение, инвариантное по отношению к преобразованиям Лоренца. Из этого уравнения без всяких дополнительных допущений следовало наличие у электронов собственного магнитного и механического момента.

Характерно, что обобщенное уравнение квантовой механики было открыто Дираком на основании сугубо формальных математических соображений. Он, в частности, предположил, что задача согласования уравнения Шредингера с допущениями теории относительности может быть решена принципиально новым путем, если воспользоваться аналогией между этим уравнением и волновым уравнением классической оптики. Как и последнее уравнение, уравнение Шредингера является уравнением в частных производных второго порядка. Однако классическое волновое уравнение выводимо в качестве следствия из уравнений Максвелла — уравнений первого порядка. Если нам известно уравнение второго порядка (уравнение Шредингера), то не сводится ли задача к поиску соответствующего уравнения первого порядка? Именно такое уравнение и удалось найти Дираку. Он впервые сформулировал обобщенный постулат квантовой механики, который указывает на ее отличие от классической механики, состоящее в определении механических величин — каждой величине классической механики соответствует в квантовой механике некоторый линейный дифференциальный оператор¹¹. Он также показал, что если с импульсами классической механики соотнести линейные дифференциальные операторы определенного вида, то из обобщенного уравнения Дирака можно получить и уравнение Шредингера и перестановочное соотношение Гейзенберга¹².

¹¹ В математике под операторами обычно понимают одну или несколько математических операций (например, умножение или дифференцирование), позволяющих получить из заданной функции другую функцию.

¹² Подробности истории создания квантовой механики см., например: *Hendry J.* The Creation of Quantum Mechanics and the Bohr-Pauli Dialogue. Dordrecht, 1984.

Создание квантовой механики означало прорыв физики в область микропроцессов. Оно повлекло за собой радикальное переосмысление сложившихся в классической физике представлений о физической реальности, о причинности и детерминизме. Практически сразу получил широкое признание статистический характер квантовой механики, поскольку действие вероятностных законов по отношению к микрообъектам вытекало из экспериментально подтвержденного факта корпускулярно-волнового дуализма. Дуализм волна—частица вновь поставил под сомнение адекватность дальнейшего использования в физике понятия субстанции. Оказалось, что в силу макроскопичности ощущений микропроцессы не могут непосредственно восприниматься нашими органами чувств, а влияние процесса измерения (наблюдения) на поведение микрообъектов ставит под вопрос объективность получаемых экспериментальных результатов.

Классическая физика отталкивалась от предположения, что в экспериментальной ситуации можно сколь угодно точно выделить два типа свойств — свойства, которые специфицируют только наблюдение, с одной стороны, и свойства, относящиеся к исследуемым объектам, — с другой. Создание квантовой механики неожиданно показало, что многие физические величины различным образом проявляются в изменяющихся экспериментальных условиях и носят относительный характер. Оказалось, что получить некое абсолютно объективное, «чистое» знание о материальных объектах безотносительно к условиям и средствам их наблюдения невозможно. Если в классической физике макроскопические величины определяются по отношению к другим макроскопическим величинам, то в квантовой механике от макроскопических величин зависит определение микроскопических величин.

Квантовая механика описывает поведение микрообъектов по отношению к макромиру. В качестве объекта исследования здесь выступает система, состоящая из микрообъекта и окружающей ее макрообстановки, создаваемой макроскопическими телами. Свойства микрообъектов фиксируются

на макроскопическом, воспринимаемом человеческими органами чувств уровне с помощью приборов, которые представляют собой макроустройства, изменяющие свое состояние под действием микрочастиц, их поведения. Акт наблюдения каких-то событий, происходящих с микрочастицей, всегда сопровождается разрушением исходной системы взаимодействия микрообъекта и макрообстановки (так как этот акт фиксирует соответствующий квантовый переход взаимодействия)¹³. Поэтому для повторного наблюдения необходимо использовать другую аналогичную систему.

Таким образом, о свойствах макропроцессов и квантовых объектов, выступающих и как частицы и как волны, мы в состоянии судить лишь на основании их проявлений на макроскопическом уровне, которые фиксируются приборами экспериментальных установок. Но представления на макроскопическом уровне не позволяли судить о специфике микропроцессов. Принципиальные границы применимости классических физических понятий в квантовой механике устанавливает принцип неопределенности. В результате длительных дискуссий и дальнейшего развития исследований микропроцессов подавляющее большинство физиков все же были вынуждены признать, что корпускулярно-волновой дуализм является определяющей специфической чертой квантовых объектов, а не следствием особенностей человеческого познания или неполноты наших знаний о закономерностях микромира.

Эпистемологические следствия революции в физике в начале XX в. в течение нескольких последующих десятилетий активно обсуждались многими физиками (Э. Мах, А. Пуанкаре, А. Эддингтон, А. Эйнштейн, В. Гейзенберг, Н. Бор,

¹³ «Процесс измерения обладает в квантовой механике очень существенной особенностью — он всегда оказывает воздействие на подвергаемый ему электрон, и это воздействие принципиально не может быть сделано, при данной точности измерений, сколь угодно слабым» (Ландау Д., Лифшиц Е. М. Квантовая механика (нерелятивистская теория). М., 1963. С. 16).

М. Борн и др.) и философами (П. Бриджмен, Б. Рассел, Р. Карнап, Г. Рейхенбах, Ф. Франк, К. Поппер, М. Бунге и др.). Не претендуя на исчерпывающую полноту, попытаемся резюмировать некоторые наиболее важные, вытекающие из открытий в физике начала прошлого века, эпистемологические выводы, которые, безусловно, способствовали формированию современных представлений гипотетического реализма.

1. *Физическое познание выходит далеко за пределы традиционных антропоморфных структур — наглядности, повседневных понятий и повседневного опыта.* Создание теории относительности и особенно квантовой механики заставило заново переосмыслить проблему существования физических объектов. Появление новых теорий обесценило значимость онтологических критериев существования — например, соответствие физических объектов наглядным представлениям или спекулятивно сконструированным онтологическим картинам физической реальности, — поскольку оказалось, что в математизированной физике приоритетное значение приобретает отношение объектов к принятым физическим теориям, к их концептуальной структуре. Соответственно, на передний план выдвинулась проблема *эпистемологических критериев* существования физических объектов. В качестве важнейшего критерия, выступающего необходимым условием существования физических объектов, многими исследователями стал рассматриваться критерий принципиальной наблюдаемости. Конечно, в реальной научной практике ученые далеко не всегда воздерживались от введения ненаблюдаемых величин. В частности, теория Дирака допускала принципиально ненаблюдаемые электроны отрицательных энергий.

Критерий принципиальной наблюдаемости не накладывает каких-либо принципиальных ограничений на прямое или косвенное наблюдение объектов, обладающих эпистемологическим существованием. Более того, этот критерий допускает эпистемологическое существование *относительно* ненаблюдаемых объектов (т. е. относительно данного этапа развития научного познания, относительно существу-

ющих научных теорий), но исключает существование принципиально ненаблюдаемых объектов (т. е. абсолютно ненаблюдаемых, независимо от дальнейшей эволюции научного познания). Понятно, что наблюдаемость — это не некое абсолютное, неизменное свойство вещей самих по себе, а эволюционирующее отношение (свойство) между субъектом и объектом, которое предполагает эволюцию (изменение) объекта, а также когнитивную и культурную эволюцию субъекта познания, эволюцию мышления, экспериментальной техники, научных теорий, методов, процедур и т. д.

Эпистемологический опыт создания квантовой механики, в частности, показывает, что наблюдаемость (и так называемая принципиальная ненаблюдаемость) тех или иных объектов является следствием из принятых гипотез конкретной научной теории и используемого этой теорией математического формализма. Этот формализм определяет, какие величины (т. е. свойства объектов) являются вычислимыми, а какие — нет. Так, например, в нерелятивистской квантовой механике вывод о принципиальной ненаблюдаемости механической орбиты электрона в атоме следует из математического формализма принципа неопределенности. Точно такой же вывод следует из математического уравнения релятивистской квантовой механики. Но это, конечно, не означает, что вывод о принципиальной ненаблюдаемости орбиты электрона будет вытекать из математических формализмов будущих, еще не созданных теорий.

Революционные изменения в физике в первой половине XX в., по мнению некоторых представителей эволюционной эпистемологии, дают основания полагать, что «классическая физика годится, очевидно, только для нашего мира средних размеров. Она отказывает в мире атомов и в мире спиралевидных туманностей»¹⁴. (Речь конечно же идет о соответствующем идеальном описании мира.) Эта точка зрения, однако, предполагает, что мы знаем какие-то «крайние размеры» мира. Поскольку у нас нет и не может быть такой

¹⁴ Фоллмер Г. Эволюционная теория познания. М., 1998. С. 31.

информации, мы реально не знаем и не можем знать, является ли наш мир «средним». Можно утверждать лишь, что благодаря продолжавшейся сотни миллионов лет биологической (когнитивной) эволюции организмов, обладавших нервными клетками, человеческая когнитивная система (а также, видимо, когнитивные системы наших предков — гоминид и их филогенетических предшественников — антропоидов) оказалась исключительно хорошо адаптированной именно к тому миру измерений, какой мы в силу данной причины считаем «нашим». Но адаптация не может быть абсолютной или даже оптимальной для любых условий окружающей среды. В ответ на ее изменения вектор биологической эволюции подвида *homo sapiens sapiens* оказался направленным в сторону большей приспособленности и эффективности преимущественно высших когнитивных функций — мышления, символьного (вербального) сознания и памяти, обеспечивающих информационный контроль и имевших в силу этого приоритетное значение для его выживания. Благодаря развитию духовной и материальной культуры люди сами стали создавать все новые, значимые для естественного отбора факторы окружающей среды. Разработка конструктивно оптимизированных идеальных структур знаково-символического мышления (математика и логика) и появление науки, научного познания открыло для некоторых человеческих популяций окно в мир, который выходит далеко за пределы антропоморфных структур, — мира повседневных понятий, повседневного обыденного опыта, наглядности, визуальных репрезентаций.

Доминирование когнитивных антропоморфных структур находит свое отображение в эпистемологическом тезисе, который приблизительно сводится к следующему положению: мир в основных своих чертах таков, каким мы его воспринимаем с помощью органов чувств и можем наглядно представить в пространственно-образных репрезентациях, а не таков, каким его вычисляет наш мозг с помощью идеальных, конструктивно оптимизированных структур знаково-символического мышления. Прибегая к помощи иде-

альных знаково-символических структур, не имеющих наглядных репрезентаций, мы тем самым «удаляемся» от реальности¹⁵. Абсолютное доверие к показаниям органов чувств и наглядным репрезентациям в противовес результатам знаково-символического мышления (пусть даже и подтвержденным экспериментально!), безусловно, следует отнести к атавизмам архаического, преимущественно образного менталитета. На более ранних этапах когнитивной эволюции человеческих популяций относительная неразвитость знаково-символического мышления (в том числе звуковой речи и разрабатываемых математикой идеальных, конструктивно оптимизированных мыслительных структур) и символьного сознания вынуждала людей полагаться преимущественно на показания органов чувств и ресурсы пространственно-образного мышления. В течение сотен тысяч лет именно эти способности обеспечили выживание и культурный прогресс подвида *homo sapiens sapiens*. Однако это не означает, что наше пространственное восприятие, наше правополушарное пространственно-образное мышление не подлежит биологической эволюции. Благодаря эволюции знаково-символического мышления наша когнитивная система, например, оказалась в состоянии генерировать идеальное трехмерное геометрическое пространство и оперировать в нем соответствующими мысленными репрезентациями. Вопрос о том, может ли когнитивная система людей

¹⁵ Ср., например: «Прежде всего, может ли физическая реальность, которую мы воспринимаем путем “проекций” через весьма ограниченное по своим возможностям макроскопическое “окно” наших органов чувств, отразить все тонкости и нюансы многоуровневой структуры мира? Насколько можно в таких “стесненных” условиях гарантировать адекватность наших представлений реальной картине внешнего мира и не получится ли так, что, уточняя наши знания, мы в действительности будем все более и более удаляться от реального положения вещей в область конструируемого нами теоретического мира? На этот вопрос можно заведомо ответить положительно» (Теория познания и современная физика. М., 1984, С. 220–221).

в принципе создавать какую-то иную пространственно-информационную модель окружающей среды, чем та, которая обеспечила нашему подвиду эффективную адаптацию и выживание, — это вопрос дальнейшей биологической, когнитивной и культурной эволюции человеческих популяций.

2. От опытных фактов нет логико-дедуктивного перехода к теориям. В теоретической физике все большую роль играют математические формализмы (модели), позволяющие вычислить экспериментально наблюдаемые величины. В физике имеется только гипотетическое знание, которое лишено очевидности.

Наглядные модели пространственных структур следует отличать от математических моделей, которые представляют собой математические уравнения или систему таких уравнений. Эти уравнения являются идеальными, конструктивно оптимизированными мыслительными инструментами, позволяющими получить величины, характеризующие вычислимые свойства объектов концептуальных систем любой природы — будь то физическая, социологическая, экономическая и т. д. Такие модели отличаются от моделей физики XIX в. Цель их состоит не в том, чтобы наглядно представить процессы, а в том, чтобы *математически вычислить характеризующие эти процессы экспериментально наблюдаемые величины*. Такие модели являются чисто гипотетическими, поскольку при их создании конструируются идеальные параметры, и они приспособляются до тех пор, пока наилучшим образом не подойдут для полученных экспериментальных данных. В дальнейшем может потребоваться новая модель. Физические модели XIX в. претендовали на то, чтобы быть пространственными моделями пространственных структур подобно тому, как модель океанского лайнера или самолета действительно репрезентирует лайнер или самолет. Ученым удобно думать с помощью перцептивных мысленных образов. Но когнитивное пространство нашего восприятия и мышления, а соответственно и наглядное моделирование имеет естественные границы (они определяются генами, которые управляют работой нашей

когнитивной системы). Построение наглядных, перцептивно репрезентируемых моделей не гарантирует правильности теории, так же как отсутствие наглядности, наглядной модели, не является основанием для отказа от теории. Уже в силу широкого применения математических формализмов, определяющих вычислимые свойства концептуальных объектов, в физике имеется только гипотетическое знание, которое к тому же лишено очевидности.

1.3. Становление генетики и синтетической теории эволюции

Возникновение генетики обычно связывают с открытием австрийского монаха Грегора Менделя, который 8 февраля и 8 марта 1865 г. сделал доклад о результатах своих исследований на заседании Общества естествоиспытателей в городе Брюнне (ныне Брно), а затем опубликовал их в Труды этого общества в знаменитой статье «Опыты над растительными гибридами». Для своих экспериментов Мендель выбрал сорта гороха, которые отличались по одному-единственному контрастирующему признаку — цвету или форме семян. Подсчитав все различающиеся варианты потомков первого и второго поколений и проанализировав полученные в результате скрещиваний наборы признаков, он обнаружил статистические закономерности, требующие биологической интерпретации. Интерпретируя результаты как случайные комбинации основных единиц наследственности, Мендель на основании сугубо математических, статистических вычислений пришел к идее о существовании генов. Он предположил, что наследование обусловлено передачей родительскими особями своим потомкам неких корпускул (наследственных «задатков») — теперь мы называем их генами, — которые, перераспределяясь в каждом поколении, несут биологическую информацию, необходимую для воспроизведения родительских признаков. Таким образом, Мен-

дель впервые сформулировал корпускулярную теорию наследственности, он также открыл три закона формальной генетики (законы единообразия, расщепления и независимого комбинирования).

Однако идеи Менделя, заложившие основу концепции гена, оставались практически неизвестными в течение 35 лет и получили широкое распространение только после 1900 г. Поэтому революция в биологии реально началась на рубеже XIX—XX вв., по времени она совпала с революцией в физике и кризисом в математике. Сформулированные Менделем законы формальной генетики были заново переоткрыты в 1900 г. Корренсом, Чермаком и де Фризом. Именно с этого времени началось интенсивное исследование генетических механизмов. В частности, спустя весьма короткое время генетики, сопоставляя открытое Менделем расщепление признаков и разделение хромосом в процессе мейоза, обнаружили, что носителями генетической информации клетки являются ее хромосомы. Открытие сцепления генов в хромосомах послужило эмпирической основой для создания модели «бусинки на нити», согласно которой гены как бы нанизаны на хромосому. Понятно, что первоначальные предположения биологов о реальном существовании генов (само понятие гена впервые было постулировано Иогансенем) базировались исключительно на математических и теоретических соображениях. Они использовали еще весьма упрощенное теоретическое представление о генах (например, Мендель и его последователи полагали, что каждый ген оказывает влияние только на один признак) и концентрировали свои интересы главным образом на формальных вопросах генетики, а не на действии генов. На первых порах излюбленными объектами исследований генетиков оставались растения и простейшие насекомые. Им, в частности, удалось обнаружить, что хотя гены исключительно стабильны по своему составу и функциям, они могут изменяться, т. е. мутировать, и что мутация генов сопровождается изменением их функций. Оказалось, что гены способны мутировать под влиянием как постоянно действующих естественных причин, так и

искусственных посторонних факторов (например, химических веществ или некоторых видов излучения).

Постепенно теоретические представления о гене уточнялись и дополнялись. Необходимо, однако, учитывать, что большая часть этих представлений классической генетики (например, скорость мутационного процесса, сцепление, нерасхождение и т. д.), а также экспериментальные данные по картированию хромосом были получены в результате изучения плодовой мушки. Довольно длительный период материальная основа гена оставалась неизвестной — лишь с появлением новой экспериментальной техники гены были идентифицированы биохимически. Важнейшим этапом в развитии концепции гена стало открытие того обстоятельства, что за передачу наследственной информации несет ответственность ДНК. Оказалось, что в основе сугубо формальных закономерностей, установленных с помощью статистических данных, лежит последовательность пар оснований ДНК, содержащая информацию для синтеза белка и всех форм живого. Появление в 40—50-х гг. XX в. новой науки — молекулярной биологии — и проведение соответствующих исследований привело к расшифровке генетического кода, описанию процессов транскрипции, трансляции и функционирования белков, кодируемых определенными генами, а в дальнейшем — и к уточнению тонкой структуры генов, к исследованиям регуляции активности генов в ходе развития и функционирования организмов и т. д.

Возникшая незадолго до пионерской работы Менделя дарвиновская теория эволюции успешно обосновывала сохранение благоприятных вариаций организмов с помощью механизмов естественного отбора, но при этом сталкивалась с серьезными трудностями при объяснении источника изменчивости живых существ. Дарвин постулировал наличие такой изменчивости (которую он, правда, рассматривал как явление преходящее), отталкиваясь от эмпирических данных и результатов своих личных наблюдений. Хотя теория Менделя давала модель наследственности, которая удовлетворительным образом объясняла возникновение измен-

чивости и ее поддержание в популяциях, тенденция к синтезу с дарвиновской теорией эволюции обнаружилась далеко не сразу. Первых генетиков-менделистов интересовал главным образом механизм наследственности как таковой, а не его роль в эволюции популяций. Они не признавали дарвиновскую теорию естественного отбора и рассматривали эволюцию фенотипов как результат действия сугубо генетических факторов (мутаций генов). Эти наивные попытки объяснения механизмов эволюции с помощью законов Менделя, конечно же, были обречены на неудачу. Как впоследствии оказалось, фенотип зависит не только от генетических факторов, но и от меняющихся внешних условий.

Благодаря усилиям Д. Холдейна, Р. Фишера, С. Райта, а позднее Ф. Добжанского, Д. Гексли, Б. Ренша, Э. Майра и др. в 20—40 гг. XX в. были разработаны основные положения популяционной генетики и осуществлен синтез хромосомной теории наследственности с дарвиновской теорией эволюции. Новая синтетическая теория позволяла представить эволюционные изменения в живой природе как двухэтапный процесс. На первом этапе в результате генетических мутаций, рекомбинаций генов и случайных событий происходит порождение генетической изменчивости организмов. На втором этапе осуществляется направленное упорядочение этой изменчивости благодаря действию механизмов естественного отбора. Большая часть генетической изменчивости носит случайный, вероятностный характер, она обусловлена внутригенетическими факторами, а не какими-либо потребностями организмов или изменяющимися условиями окружающей среды. Запас генетической изменчивости в природных популяциях огромен, и именно это обстоятельство в решающей мере обеспечивает эффективность второго этапа эволюционного процесса, связанного с действием механизмов естественного отбора. Этот этап определяет направленность эволюционного процесса, так как в результате действия естественного отбора происходит увеличение в природных популяциях частоты тех генов (и их сочетаний), которые в большей степени адаптированы к конкретным

условиям окружающей среды. По словам Э. Майра, одного из пионеров синтетической теории эволюции, «в популяции, состоящей из тысяч или миллионов отличающихся друг от друга особей, некоторые будут содержать наборы генов, лучше соответствующие преобладающим в данной местности сочетаниям экологических факторов. Статистическая вероятность выживания и оставления жизнеспособных потомков для таких особей выше, чем для других членов данной популяции»¹⁶. Суть естественного отбора, таким образом, проявляется в дифференцированном выживании адаптивно ценных фенотипов (признаков организмов), а соответственно и обуславливающих их генотипов (наборов ген).

Итак, новая синтетическая теория эволюции в целом подтвердила универсальное значение открытых Дарвином принципов естественного отбора. Эта теория давала совершенно ясное понимание причин того, почему приобретенные признаки не могут наследоваться. Из ее допущений следовало, что эволюционные изменения происходят как на уровне генотипов отдельных организмов, так и на популяционном уровне.

Революция в биологии в начале XX в., связанная с возникновением генетики и появлением синтетической теории эволюции, оказала весьма серьезное воздействие на развитие эпистемологии, на формирование новых эпистемологических идей и предположений. Об этом свидетельствует хотя бы тот факт, что именно эта революция обусловила формирование нового направления в эпистемологии — эволюционной эпистемологии. Конечно, эффект открытий в биологии стал предметом осмысления и интерпретации в эпистемологии далеко не сразу. Практически этот процесс происходил на протяжении всего XX в. и продолжается до сих пор. Виной тому не только революционный характер открытий в биологии, требовавший радикального пересмотра традиционных представлений о человеке и функционировании его когнитивной системы, но и непрерывное

¹⁶ Майр Э. Эволюция // Эволюция. М., 1981. С. 26.

интенсивное развитие самой генетики, формирование с середины XX в. тесно связанного с ней комплекса биологических дисциплин — молекулярной биологии, нейробиологии, нейрокибернетики и т. д. Не претендуя на исчерпывающую полноту, рассмотрим некоторые наиболее важные аспекты идейного влияния революции в биологии на развитие эпистемологии XX в.

Одним из важнейших следствий созданной во второй половине XIX в. дарвиновской теории эволюции оказалось представление, что человеческий род произошел от более примитивных приматов, что человечество является частью животного мира. В силу этого почти сразу же с переоткрытием генетики в начале XX в. менделевская концепция гена и законы корпускулярной наследственности были распространены на природу человека. Отталкиваясь от весьма еще упрощенных представлений формальной генетики, ученые-биологи первоначально исходили из предположения о «практически всеобъемлющем влиянии генетических факторов на развитие нормальных физиологических и умственных особенностей индивида, а также на появление умственной отсталости, психических заболеваний, алкоголизма, преступности и других социальных отклонений»¹⁷. В 1910—1920 гг. были успешно разработаны различные статистические методы, позволяющие вычислить распределения частот тех или иных фенотипических признаков у людей, в том числе определить вероятность генетического наследования умственных и психических нарушений, пороков развития и болезней¹⁸. Эти и ряд других открытий, однако, вызывали

¹⁷ Фогель Ф., Мотульски А. Генетика человека. Т. 1. М., 1989. С. 28.

¹⁸ Именно под влиянием этих открытий формируются и получают широкое распространение утопические мифы евгеников об «улучшении» человеческого рода. Мифология евгеники призвала способствовать социальными мерами воспроизводству людей, обладающих социально позитивными качествами («позитивная евгеника»), и препятствовать воспроизводству умственно отсталых, калек, лиц с врожденными болезнями и т. д. («негативная евгеника»). Опиравшиеся на весьма упрощенное предположение ранней формальной генетики о

далеко не однозначную реакцию со стороны психологов, социологов и философов, которые явно опасались возможных

прямой зависимости фенотипических признаков от генотипа, многие исследования евгеников в США, Великобритании и Германии отличались крайне низким теоретическим уровнем. «Например, утверждалось, что многие свойства человеческой личности, такие как “буйный характер” и “склонность к бродяжничеству”, наследуются в соответствии с законами Менделя» (Фогель Ф., Мотульски А. Генетика человека. Т. 1. С. 28—29). Несмотря на то что генетические наследования социально «негативных» признаков не имело, да и не могло иметь, надежного научного обоснования, влияние утопической мифологии евгеников на общественное мнение а англосаксонских и скандинавских странах было столь велико, что во многих из них были даже приняты законы, предусматривающие либо насильственную, либо добровольную стерилизацию по евгеническим показаниям. Некоторые утопические идеи евгеников были интегрированы мифологией немецкого национал-социализма, для которого они служили псевдонаучным обоснованием мистической доктрины нордической расы и практики массового истребления евреев. После бурного расцвета евгенических исследований в 20-е гг. в СССР они были запрещены, как только обнаружилась явная несовместимость представлений евгеники с мифологией большевизма. Такая же участь в дальнейшем постигла здесь и работы генетиков, которые были подвергнуты жестоким репрессиям, несмотря на переориентацию своих исследований на изучение растений и животных. Разгром генетики как науки был исключительно важен для практической политики большевизма, так как вместе с ней устранялись последние элементы научных представлений, которые могли бы вызвать сомнения в «безошибочности» тоталитарного курса на «воспитание» универсального «нового человека». В силу своих принципов, предполагающих, в частности, наличие межиндивидуальной генетической изменчивости, генетика не могла не противостоять мифологическим представлениям большевизма о человеке как внеприродном, сугубо социальном существе, абсолютно лишенном биологически обусловленных индивидуальных различий. Запреты на исследования в области генетики в СССР были частично сняты только в 60-х гг. прошлого века, когда все еще весьма невежественные вожди большевиков оказались вынужденными внешнеполитическими обстоятельствами санкционировать развитие генной инженерии, востребованной для нужд разработки новых видов биологического оружия.

отрицательных политических и социальных последствий исследований по генетике поведения человека. Многие из них, оставаясь в значительной мере все еще в плену традиционных, сформировавшихся в XVIII—XIX вв. социогуманитарных представлений, вообще полностью отрицали возможность влияния генетических факторов на нормальное поведение человека, его интеллект, когнитивные способности и другие индивидуальные особенности¹⁹. В той или иной форме подобного рода представления о человеческой природе подлежали существенной корректировке, поскольку их невозможно было согласовать с дальнейшими достижениями биологии, такими как, например, разработка популяционной генетики и синтетической теории эволюции, а также с развитием медицинской генетики и т. д.

Ломая традиционные представления и предрассудки, идея о том, что биологическое разнообразие (применительно к любым живым существам, включая и человека) находится под генетическим контролем, медленно и постепенно пробивала себе дорогу. Еще больше времени потребовалось научным сообществам, чтобы осмыслить и осознать, что этот генетический контроль касается структуры и функций мозга. Ведь это означало, что различия в структуре и функциях мозга влияют на интеллект, высшие когнитивные способности (включая сознание и самосознание, если речь идет о человеке), индивидуальные особенности и поведение. Конечно, длительность процесса осмысления последствий революции в биологии в значительной мере обуславливалась также и тем обстоятельством, что первоначально исследования в области генетики человека были мало связаны с физиологией, а уж тем более с психологией. Доминирующий в генетике, начиная с Менделя, аналитический подход сводился главным образом к попыткам разложить причину фе-

¹⁹ По меткому замечанию К. Лоренца, «философское сообщество считает кошунством настаивать на том, что поведение человека, как и всех иных живых существ, сформировалось филогенетически и определяется наследственностью» (Лоренц К. По ту сторону зеркала // Эволюция. Язык. Познание. М., 2000. С. 59).

нотипических признаков человека на простейшие составляющие. Первоначально генетиков интересовали в основном именно эти составляющие, т. е. гены, а не точные механизмы их взаимодействия, обуславливающие фенотипические признаки. Положение дел стало радикально меняться лишь во второй половине XX в., когда тенденция к преодолению разрыва между генетикой, с одной стороны, и физиологией и психологией, с другой, стала набирать силу благодаря возникновению целого комплекса биологических наук — молекулярной биологии, нейробиологии, психобиологии, нейрофизиологии и т. д., а также развитию взаимодействия с когнитивной наукой (нейрокибернетикой, вычислительной микробиологией).

Пожалуй, первым, кто попытался, и притом весьма успешно, применить основные принципы генетики и синтетической теории эволюции в эпистемологии, положив тем самым начало ее нового направления — эволюционной эпистемологии, — был выдающийся австрийский этолог К. Лоренц. Еще в 1941 г., анализируя кантовскую концепцию априорных форм познания, он высказал предположение, что с естественнонаучной точки зрения формы мышления априорны не в кантовском, а в биологическом смысле как формирующиеся в ходе биологической эволюции врожденные когнитивные структуры. «Априори существует, — пояснял Лоренц, — в силу наследственной дифференциации центральной нервной системы, специфичной для разных видов и определяющей наследственную предрасположенность мыслить в определенных формах»²⁰. С этой эволюционной точки зрения априорные знания возникают в процессе эволюции как результат постоянных конфронтаций с реальностями внешнего мира, они становятся наследуемыми элементами мышления²¹.

²⁰ Лоренц К. Кантовская концепция априори в свете современной биологии // Эволюция. Язык. Познание. С. 16.

²¹ Более подробно о формировании эпистемологических представлений К. Лоренца см.: Меркулов И. Эпистемология. Т. 1. СПб., 2003. С. 17—20.

Свою задачу Лоренц видел, с одной стороны, в разработке такой эпистемологической концепции (в соответствии с германоязычной традицией он называл ее теорией познания), которая базировалась бы на биологической и филогенетической информации, а с другой — в создании образа человека, который соответствовал бы этой эпистемологии. Он допускал, что наши психические состояния, все, что получает свое отражение в нашем субъективном опыте, внутренне связано и даже идентично физиологическим процессам, доступным объективному анализу. Однако, по мнению Лоренца, автономию личностного опыта и его законы в принципе нельзя объяснить на основе физических или химических законов, равно как и на языке сколь угодно сложных нейрофизиологических структур. Поэтому существует неустранимая пропасть между физическим и духовным, между объективно-физиологической реальностью и субъективным опытом, и эта пропасть «обусловлена не пробелом в наших знаниях, а сущностной неспособностью *вообще когда-либо* познать, неспособностью, *априори* обусловленной структурой нашего когнитивного аппарата»²².

Согласно эпистемологическим взглядам Лоренца, человек — это живое существо, обязанное своими качествами и функциями, включая и высокоразвитые познавательные способности, эволюции, которая по сути дела представляет собой процесс познания, так как любая адаптация предполагает усвоение некоторой меры информации о внешней реальности. Все, что мы знаем о материальном мире, в котором живем, производно от наших филогенетически эволюционирующих механизмов усвоения информации. Органы чувств и центральная нервная система позволяют живым организмам получать нужную информацию об окружающем мире и использовать ее для выживания. Поэтому поведение людей и животных, в той степени, в какой они адаптированы к своей среде, представляет собой образ этой сре-

²² Лоренц К. По ту сторону зеркала // Эволюция. Язык. Познание. С. 62.

ды. «Очки» наших способов мышления и восприятия — категории каузальности, субстанции, качества, пространства и времени — суть функции нейросенсорной организации, сформировавшейся в интересах выживания. Однако у нас развились органы восприятия лишь тех аспектов реальности, считаться с которыми было императивом выживания нашего рода. Поэтому следует допустить, что у реальности имеется множество других аспектов, знание которых не имеет жизненно важного значения для человека. Мы, например, не слышим того, что передается на частотах, недоступных для наших слуховых рецепторов. Человек обладает врожденными нормами поведения, которые доступны для изучения с помощью техники и методов естественных наук. Эти филогенетически запрограммированные нормы оказывают сопротивление всем культурным влияниям и играют немаловажную роль в социальном поведении человека²³.

Применение представлений генетики и синтетической теории эволюции к человеку, к человеческому познанию позволило К. Лоренцу не только разработать отправные идеи классической эволюционной эпистемологии, но и дать развернутое естественнонаучное обоснование принципиально новому, общему для многих направлений эпистемологии подходу — *гипотетическому реализму*. Гипотетический реализм исходит из предпосылки, что все наше знание носит гипотетичный, предположительный характер. Эта предпосылка универсальна, так как она относится не только к человеческим представлениям о закономерностях природы и общества, но также и к законам человеческого мышления²⁴.

²³ Об основных положениях эпистемологической концепции К. Лоренца и ее дальнейшем развитии в работах его последователей см.: Ребезенкова И. Г. Эволюция познания. Австро-германская традиция исследования в научно-философском контексте. СПб., 2004.

²⁴ «Все — это рабочая гипотеза. Это справедливо не только для законов природы, которые мы формулируем апостериори посредством индивидуальных абстракций из фактов нашего опыта, но и для законов чистого разума. Дар понимания сам по себе еще не создает объяснения феноменов; но тот факт, что он представляет нам фено-

Однако в отличие от предшествующих форм гипотетизма гипотетический реализм в понимании К. Лоренца опирается на принципиально новое предположение, вытекающее из допущений синтетической теории эволюции: с его точки зрения, человеческое познание вырастает из процесса взаимодействия объекта познания и *биологически эволюционирующего* когнитивного субъекта, которые в равной степени реальны и принадлежит к одному и тому же типу реальности²⁵. Реальность внешнего мира с позиции гипотетического реализма не вызывает сомнений, поскольку в противном случае биологическая эволюция была бы просто невозможна: «Ученый, знающий об эволюции, твердо уверен в реальности внешнего мира, как и в том, что солнце светило задолго до того, как появился первый глаз, способный его уви-

мены в практически-пригодной форме на проекционном экране нашего опыта, имеет место благодаря формулированию им рабочих гипотез; дар, развившийся в ходе эволюции и выдержавший проверку миллионами лет!» (*Лоренц К.* Кантовская концепция а priori в свете современной биологии // Эволюция. Язык. Познание. С. 28).

²⁵ «Если сначала направить взгляд на наш когнитивный аппарат, а затем на вещи, которые он отображает тем или иным образом, и если в обоих случаях получаются результаты, взаимно проливающие свет друг на друга, то такое положение дел можно объяснить только на основе гипотетического реализма — то есть на основе предпосылки, что все познание вырастает из процесса взаимодействия воспринимающего субъекта и объекта восприятия, которые одинаково реальны. В самом деле, данное обстоятельство оправдывает квалификацию нашего эпистемологического подхода в качестве гипотетического. А это, как известно, законно лишь в том случае, если наше допущение может быть фальсифицировано дальнейшим опытом. И когда даже небольшое продвижение в познании нашего аппарата восприятия вызывает некоторую коррекцию картины объективной реальности, а небольшой шаг в познании сущности самой реальности позволяет подвергнуть наш аппарат восприятия дальнейшему критическому исследованию — то мы с еще большим правом можем считать, что данная теория познания (естественность которой не следует путать с наивностью) верна» (*Лоренц К.* По ту сторону зеркала // Эволюция. Язык. Познание. С. 54).

деть. Что бы ни стояло за нашими идеальными формами пространства и времени, а также эмпирическим принципом причинности — все это существовало до начала времен»²⁶. Но эволюционирует не только реально существующий внешний мир, но и субъект познания. А это означает, что структуры когнитивной системы человека, нейроструктуры его мозга и их функционирование генетически обусловлены и подлежат биологической (когнитивной) эволюции. Конечно, в распоряжении Лоренца еще не было экспериментальных данных, свидетельствующих в пользу наличия (в геноме человека) специальных структурных генов, управляющих функционированием нейронных структур мозга и высшими когнитивными функциями (такими, как мышление, память и т. д.). Исследования механизмов генетического управления процессами переработки когнитивной информации мозгом получили развитие только в конце XX в. Причем для этого потребовались колоссальные усилия не только со стороны генетиков и микробиологов. Лишь бурный рост когнитивной науки, информатики и компьютерной науки, быстрая эволюция информационных технологий во второй половине XX в. открыли путь к постижению этой тайны живой природы.

Отталкиваясь от достижений генетики и физиологии середины XX в., Лоренц полагал, что биологическая эволюция человеческих популяций ограничена по времени формированием «нового когнитивного аппарата», специально приспособленного для извлечения и переработки сугубо культурной информации. Этот аппарат, с его точки зрения, возник в результате новой «наследственности» — наследования приобретенных признаков, а его функции «параллельны функциям генома, где процессы усвоения и сохранения информации осуществляются двумя разнородными механизмами, взаимно находящимися в отношениях антагонизма и равновесия»²⁷. Конечно, работа нового когнитивного

²⁶ *Лоренц К.* Там же. С. 55.

²⁷ Там же. С. 66.

аппарата имеет материальную основу — она базируется на центральной нервной системе, которая должна обладать специфическими свойствами для того, чтобы обрабатывать культурную информацию и хранить содержание культурной традиции. Поскольку человеческий мозг является органом, обеспечивающим выживание, то эти его свойства должны были возникнуть в результате давления отбора. Именно благодаря этому давлению полушарии мозга «наших предков начали увеличиваться с того времени, когда “творческая вспышка” понятийного мышления и языка сделала возможным наследование приобретенных навыков и качеств»²⁸. На этом этапе, согласно Лоренцу, собственно и завершается биологическая эволюция человеческих популяций. Поскольку культурная информация не может быть закодирована в геноме, а человеческий мозг не является органом, обрабатывающим когнитивную (в том числе и культурную) информацию с участием генов, то получается, что «новый когнитивный аппарат» человечества вообще не подлежит биологической эволюции. Понятно, что как ученый-биолог Лоренц в своих представлениях об эволюции когнитивной системы человека не мог заходить слишком далеко за пределы твердо установленных в его время эмпирических данных биологии, физиологии и смежных с ними наук.

Дальнейшее развитие эволюционной эпистемологии во второй половине XX в. показало, что, пожалуй, одной из важнейших, требующих переосмысления в свете революции в биологии эпистемологических проблем (имеющих прямое, непосредственное отношение также к гуманитарным и социальным наукам) является вопрос о том, завершилась ли биологическая эволюция человека формированием *Homo sapiens sapiens*? Ведь если биологическая эволюция человека продолжается — а это предположение вытекает из универсальности законов генетики, а соответственно и синтетической теории эволюции, которые приложимы к человеку

²⁸ Лоренц К. По ту сторону зеркала // Эволюция. Язык. Познание. С. 67.

как живому биологическому существу без каких-либо ограничений, — то это означает, что эволюционную историю человеческих популяций нельзя рассматривать только как результат сугубо культурной эволюции, что человеческое познание и его развитие не только обусловлено социокультурными факторами, но и зависит от их взаимосвязи с биологическими и когнитивными структурами.

Разработка в 30—40 гг. прошлого века основ современной синтетической теории эволюции означала завершение безраздельного господства в эволюционных представлениях сугубо морфологических критериев, обособленных от генетических механизмов видообразования, эволюции видов и т. д. С позиции синтетической теории эволюции оказывалось, что постулируемый финал антропогенеза, абсолютно завершения биологической эволюции человеческих популяций, не может быть обоснован ссылками на отсутствие морфологических данных, подтверждающих эволюцию, поскольку соответствующие эволюционные морфологические изменения происходили главным образом в человеческом мозге, в его нервных тканях и клетках. Этот финал нельзя также обосновать, отталкиваясь от предположения Ч. Дарвина о возможности максимизации приспособленности организмов, которое позволяло ему рассматривать их изменчивость как явление преходящее. Дарвину по вполне понятным причинам не были известны генетические механизмы, поддерживающие огромный запас изменчивости организмов. Выяснение популяционной генетикой причин высокой генной изменчивости в природных популяциях и выявление механизмов ее поддержания стало возможным только к середине XX в. Эти открытия по сути дела исключили из сферы научного знания *тезис об эволюции гоминид к какой-то окончательной адаптивной структуре*, которой, как полагали, обладает подвид *Homo sapiens sapiens*. Оказалось, что формирование вида с некими оптимальными фенотипами невозможно как по причинам генетического характера (случайный характер мутационных процессов, плейотропный эффект большинства генов, сцепление генов и т. д.), так

и в силу действия механизмов естественного отбора²⁹. Можно лишь утверждать, что выживающие фенотипы лучше приспособлены, чем фенотипы, элиминируемые естественным отбором. Отбор элиминирует самые «худшие», наименее приспособленные фенотипы (в отношении выживаемости и плодовитости), но *выживающие фенотипы ни в коем случае нельзя считать оптимальными*. Палеонтология располагает многочисленными фактами эволюции организмов даже в условиях неизменной окружающей среды, и это является убедительным свидетельством того, что оптимум не достигнут. По-видимому, нет никаких серьезных оснований полагать, что для подвида *Homo sapiens sapiens* природа сделала исключение.

Убедительным примером биологической эволюции *Homo sapiens sapiens* может служить эволюция речевых способностей у представителей этого подвида. Хотя отдельные рудименты речи, по-видимому, были присущи всем видам *Homo* и даже высшим антропоидам, результаты исследований в лингвистической антропологии дают основания полагать, что неандерталец — подвид *Homo sapiens*, исчезнувший приблизительно 30 тыс. лет назад, — практически не мог говорить в силу особенностей строения своей гортани. Поскольку способность говорить относится к генетически контролируемым когнитивным способностям, которая к тому же требует соответствующих морфологических изменений (наличия зон Брока и Вернике в мозге, изменений гортани и т. д.), то обретение развитой, полноценной речевой способности, безусловно, следует отнести к относительно недавней эволюционной истории *Homo sapiens sapiens* (который возник, по новейшим данным, свыше 200 тыс. лет назад), т. е. является эволюционным приобретением исключительно этого подвида, а не предшествующих ему видов *Homo*. Это предположение также хорошо подтверждается данными сравнительного анализа языков современных пер-

²⁹ См., например: Солбриг О., Солбриг Д. Популяционная биология и эволюция. М., 1992. С. 329–330.

вобытных и цивилизованных популяций. Разумеется, можно привести и другие примеры, свидетельствующие о продолжающейся биологической эволюции человека современного физического типа — эволюция пигмеев за последние 20 тыс. лет, увеличение доли лиц с X-сцепленной красно-зеленой слепотой с 2% (в современных первобытных популяциях) до 7% (в современных цивилизованных популяциях) и т. д.³⁰

С точки зрения синтетической теории, отсутствие явных морфологических признаков эволюции *Homo sapiens sapiens* свидетельствует не о некоем финале антропогенеза, а скорее дает основание полагать, что биологическая эволюция этого подвида шла главным образом в направлении совершенствования нейронных систем его мозга, его когнитивных способностей, т. е. носила характер *нейроэволюции*, которая *обеспечила материальную основу продолжающейся когнитивной эволюции человеческих популяций*³¹. Эволюция процессов переработки когнитивной информации — появление новых мыслительных стратегий, увеличение объема и изменение структуры памяти, расширение сознательного контроля и т. д. — оказалась гораздо более значимой для адаптации, изменения поведения людей, для выживания человека как биологического существа, чем адаптивно ценные структурно-морфологические новации в строении его различных органов (за исключением мозга).

Постепенная интеграция идеи продолжающейся биологической эволюции человеческих популяций с новыми теоретическими представлениями когнитивной науки о работе когнитивной системы человека повлекла за собой в конце XX в. радикальный сдвиг в наших эпистемологических взглядах на эволюцию познания, эволюцию когнитивных

³⁰ См., например: Кларк Дж. Д. Доисторическая Африка. М., 1977. С. 161; Фогель Ф., Мотульски А. Генетика человека. Т. 3. М., 1990. С. 34.

³¹ Более подробно см. гл. III «Эволюция когнитивных способностей» в ч. I данного тома.

способностей людей, она позволила пролить дополнительный свет на факторы, влияющие на социальный и культурный прогресс человечества.

1.4. Основные принципы гипотетического реализма

Эпистемологическая позиция гипотетического реализма является развитием предшествующих идей гипотетизма, начало которым было положено еще Платоном. В истории эпистемологии идеи гипотетизма периодически возникали в результате нарастания кризисных явлений в развитии научного познания, когда смена фундаментальных научных теорий осмысливалась как крушение единственно возможного абсолютно истинного взгляда на мир. Эти идеи получили широкое распространение в эпоху поздней античности и эллинизма, а также в эпоху Возрождения, когда обнаружилась явная несостоятельность позднесредневековой перипатетической физики и астрономии. Наиболее радикальный и вместе с тем конструктивный сдвиг в эпистемологических представлениях произошел на рубеже XIX—XX вв. в результате революционных изменений в науке, которые сделали неизбежным признание гипотетического характера научного знания независимо от того, идет ли речь о периоде формирования теоретических концепций в эпоху научных революций или об уже сформировавшихся научных теориях. Правда, первоначально гипотетизм в XX в. в основном не выходил за пределы инструменталистских взглядов на утверждения науки и не основывался на представлениях о продолжающейся биологической (когнитивной) эволюции человеческих популяций и человека как субъекта познания. Атрибут «гипотетический» отражает эпистемологическую точку зрения, согласно которой мы не в состоянии получить абсолютно истинного, абсолютно надежного знания о внешнем мире и нас самих.

Точка зрения реализма предполагает положительное решение вопроса о существовании и познаваемости независимого от сознания внешнего мира, т. е. фиксирует одновременно и онтологическую и эпистемологическую позицию. В истории философской мысли реализм выступал в форме наивного реализма, критического реализма и строго критического реализма. Наивный реализм характерен для архаического менталитета и базируется (по крайней мере частично) на магии образа и слова. Согласно архаичной когнитивной установке, репрезентирующей абсолютное доверие к показаниям органов чувств, познать или знать что-либо означало быть очевидцем, иметь непосредственный сенсорный контакт с познаваемым объектом или событием. Эта когнитивная установка, первоначально неосознаваемая и не рефлектируемая, в дальнейшем получила философско-теологическое обоснование в античной эпистемологии, которая исходила из предпосылки, что подлинно истинное, достоверное знание может быть получено только относительно непосредственно воспринимаемых объектов, которые остаются навечно неизменными, не подверженными возникновению и гибели. Наивный реализм отождествляет познаваемый объект и его мысленную репрезентацию, он допускает, что существует внешний мир, причем он таков, каким мы его воспринимаем. Неосознаваемые установки наивного реализма в значительной мере характерны для обыденного познания и эволюционно неразвитого повседневного мышления. Однако его атавизмы в течение довольно длительного исторического периода давали о себе знать также и в научном познании — например, как эпистемологическая позиция, отождествляющая существование объектов только с наблюдаемыми данными или с пространственными образными мысленными репрезентациями.

Критический реализм исходит из предположения, что реальный мир не во всех отношениях таков, каким он представляется. Но он реально существует и может быть познан. Критический реализм не только признает реальное существование независимой от человеческого сознания объектив-

ной реальности, но и, в отличие от наивного реализма, исходит из предпосылки, указывающей на необходимость различать объект познания, с одной стороны, и его мысленный образ, внутреннюю мысленную репрезентацию в когнитивной системе, возникающую при участии сознания, — с другой. (Эту позицию отстаивал, например, Д. Локк.) Строго критический реализм идет еще дальше и допускает, что ни одна из структур внешнего мира не является такой, какой она нам представляется. По мнению многих представителей строго критического реализма (Дж. Сантаяна, Р. В. Селлерс, Ч. О. Стронг и др.), физические объекты не могут быть непосредственно даны в восприятии субъекта. Непосредственно воспринимаются только «данные», служащие посредником между объектом и субъектом. В каком-то смысле эти данные соответствуют объекту. Но они являются не копией объекта, а лишь знаком, репрезентирующим его существование.

Эволюционно-информационная эпистемология разделяет основные принципы *гипотетического реализма*, которые, если их представить в обобщенной форме, сводятся по меньшей мере к следующим пяти тезисам:

1. Субъект познания является природным биологическим существом, подлежащим биологической (когнитивной) и культурной эволюции. Его когнитивная система перерабатывает информацию, которая создается на основе сигналов, извлекаемых из окружающей среды и внутренних структур организма.

2. Мир существует вне и независимо от сознания как когнитивной способности.

3. Этот мир эволюционирует, он закономерно структурирован и взаимосвязан.

4. Он частично познаваем посредством наших когнитивных способностей, которые обеспечивают информационный контроль окружающей среды, — восприятия, мышления, сознания, памяти и т. д., а также интересубъективной науки.

5. Гипотетический характер всего познания.

Допущение гипотетического реализма относительно существования внешнего мира и его структур слабее, чем у прочих видов реализма, поскольку он полагает, что *все* наши утверждения о мире носят гипотетический характер. Гипотетический реализм рассматривает научное знание как приблизительное, гипотетическое прежде всего в силу универсальности эволюции — эволюционируют не только объект, но и субъект познания как природное биологическое существо, способное к культурной эволюции, а соответственно — и их взаимодействие. К тому же в ходе создания концептуальных систем научно-теоретического знания — теорий, моделей и т. д. — мы прибегаем к помощи математических и логических формализмов — идеальных конструктивно оптимизированных структур знаково-символического мышления.

Конечно, гипотеза о существовании внешнего мира как объективной реальности не является аналитической истиной и в силу этого логически ее доказать невозможно. Но ведь логическая недоказуемость существования внешнего мира не означает, что логически доказуем прямо противоположный тезис. В то же время в пользу этой гипотезы можно привести многочисленные аргументы из различных областей знания. Одним из заслуживающих внимания аргументов, безусловно, может служить сам факт биологической эволюции. Эта эволюция была бы в принципе невозможна без адаптации к относительно стабильной окружающей среде. В противном случае никогда не возникли бы живые существа, в том числе и человеческие популяции. Кроме того, в пользу гипотезы о существовании внешней реальности свидетельствуют психологическая очевидность, которая базируется на объективирующих, адаптивно ценных, эффективных механизмах восприятия, а также наша когнитивная убежденность в том, что чувства нас не обманывают (хотя это не всегда так), что связь наших перцептивных образов и других внутренних мысленных репрезентаций с реальностью непреходящая, что мы в состоянии информационно контролировать окружающую среду, и, наконец, реализм

нашего языка. Гипотеза о независимом существовании внешнего мира к тому же обладает огромной эвристической ценностью, поскольку нельзя исследовать то, что не существует. Без этой предпосылки исследователи просто отказались бы от поисков новых явлений и научных законов. Зачем тогда строить баснословно дорогие ускорители, космические аппараты и т. д., а также создавать новые научные теории? Совершенно очевидно, что именно когнитивная уверенность познающего субъекта в существовании независимого от его сознания внешнего мира лежит в основе всей науки, научного познания. Такая уверенность приводит ученых к успеху, и в этом смысле она эмпирически подтверждается. Таким образом, эпистемологическое допущение гипотетического реализма о существовании независимого от сознания, структурированного мира следует рассматривать как исключительно надежную, в высшей степени эмпирически хорошо подтвержденную гипотезу.

Эпистемологическая оценка революционных изменений в науке в начале и первой половине XX в. вызвала серьезные трудности, поскольку она требовала довольно радикальных изменений в традиционных эпистемологических представлениях. Но, пожалуй, главным препятствием здесь оказалась явная недостаточность наших знаний о человеческом познании, о закономерностях его эволюции, о человеческих когнитивных способностях — восприятии, мышлении, сознании и т. д. Лишь благодаря развитию генетики и микробиологии, возникновению и бурному росту когнитивной науки, исследованиям в области искусственного интеллекта, изобретению и широкому применению информационных технологий в последние десятилетия минувшего века открылись перспективы для формирования принципиально новых эпистемологических представлений о человеческом познании. Что же представляет собой человеческое познание с точки зрения этих представлений?

Глава II

ЭПИСТЕМОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОЗНАНИЯ

Хотя отдельные направления современной эпистемологии, например вычислительную (компьютерную) эпистемологию, обычно включают в когнитивную науку, эпистемология была и до настоящего времени остается областью философского знания. Традиционно в ее компетенцию входит рассмотрение таких вопросов, как, например, что такое знание, почему возникает познание и какова его природа, каковы закономерности эволюции человеческого познания (включая научное познание), как соотносится знание с действительностью, виды человеческого познания, когнитивные способности людей и их эволюция и т. д. Эпистемология, как и другие области философского знания, конечно же зависит от достижений других наук. Своим возникновением она обязана таким древнегреческим мыслителям, как Парменид, Сократ, Платон и Аристотель, которым, опираясь на достижения только еще формирующейся новой науки — логики, удалось разработать первые «пропозициональные» модели человеческого познания. В отличие от античной эпистемологии классическая эпистемология XVII—XVIII вв. ориентировалась главным образом на ньютоновскую механику и ее приложения, позволившие создать механистическую модель ощущений и восприятий. Отталкиваясь от этой модели, Декарт, Локк, Юм и Лейбниц стремились рассматривать восприятие в качестве универсальной парадигмы че-

ловеческого познания. Эпистемология первой половины XX в. в основном пыталась осмыслить революционные изменения в математике и естествознании, она ориентировалась преимущественно на исследование особенностей научного познания и языка науки, используя в качестве инструментов анализа новые методы логики и метаматематики. Для эпистемологии конца XX в. все большее значение стали приобретать достижения эволюционной биологии, генетики человека и когнитивной науки, получившие широкое применение в информационных и биотехнологиях¹.

2.1. Эмпирическая природа эпистемологических знаний

Есть весьма серьезные исторические основания полагать, что достижения научного познания всегда служили стимулом к развитию эпистемологии. В этой связи закономерно возникает вопрос, какова природа современных эпистемологических знаний. Можно ли, несмотря на всю сложность взаимоотношений философии и конкретных наук, говорить об эмпирическом характере эпистемологических гипотез? Эмпирическая проверяемость (т. е. подтверждаемость и опровергаемость) гипотез, теорий, концепций и т. п., как известно, является важнейшим критерием научности человеческих знаний. Этот критерий имеет силу для эмпирических наук и даже для наук формальных (математика и логика), коль скоро мы уже научились создавать искусственные интеллектуальные устройства. Но, по-видимому, он также применим и в любой области философского знания — эпистемологии, философской антропологии, социальной философии и т. д. Разумеется, необходимо учитывать, что граница фи-

лософии с конкретно-научными знаниями всегда носила и, видимо, будет носить относительный, исторически условный характер. Однако если допустить, что философское знание в принципе эмпирически не проверяемо, то отсюда следует, что в нем мы имеем дело не с научным знанием и даже не с обыденным, повседневным знанием, а с иным видом культурной информации, выполняющим главным образом функцию информационного контроля «внутренней» среды, защитную функцию стабилизации человеческой психики, которая (наряду с функцией информационного контроля окружающей среды), конечно, также исключительно важна для выживания людей. В силу эволюционно-когнитивных различий (иногда весьма значительных) между отдельными индивидуумами, этническими общностями и человеческими популяциями защитные психосоциальные функции выполняли и продолжают выполнять самые разнообразные, сменяющие друг друга культурно-информационные, мировоззренческие структуры — от архаических религиозно-мистических верований и мифов до современной фантастики, компьютерных моделей виртуальных миров, политических, социальных и бытовых мифов, мифологизированной идеологии, спекулятивно-философских концепций и т. д.

Эмпирическая проверяемость философского знания, разумеется, не означает, что философские концепции, идеи, принципы и т. п. всегда и при любых условиях могут быть непосредственно сопоставлены с эмпирическими данными или результатами экспериментов. Такого рода допущение неприменимо и к научному познанию, не говоря уже о науке античного и средневекового периода, которая оставалась сугубо умозрительной и вообще не знала экспериментальных методов исследования. Эпистемологические исследования особенностей современного научного познания показывают, что в развитых научных дисциплинах эмпирические проверки абстрактных гипотез и фундаментальных теорий носят, как правило, косвенный характер. Они проводятся при участии многих посредствующих звеньев в виде вспомогательных гипотез, теорий и теоретических моделей раз-

¹ О философских концепциях познания XX в. см.: *Лекторский В. А. Эпистемология классическая и неклассическая. М., 2001; Микешена Л. А. Философия познания. М., 2002.*

личной степени общности. По-видимому, философское знание также может быть эмпирически проверено только *косвенным образом*, т. е. через эмпирически проверяемые научные теории конкретных наук. Эмпирическая проверяемость философского знания (если оно вообще стремится претендовать на статус научного знания), естественно, предполагает, что его содержание должно быть соответствующим образом согласовано с основополагающими принципами и допущениями научных теорий, с полученными с помощью этих теорий экспериментальными и эмпирическими данными. Это означает также, что философское знание подлежит теоретическим опровержениям, т. е. может быть опровергнуто и заменено новыми философскими знаниями, что есть реальные эмпирические основания для выбора между конкурирующими философскими концепциями. В противном случае получалось бы, что у нас нет никаких критериев эволюции философских знаний. Дуализм Декарта, трансцендентальный априоризм Канта, разграничение на «первичные» и «вторичные» качества и пр. и до настоящего времени оказались бы в той же степени научно обоснованными, как и идеи эволюционной эпистемологии К. Лоренца или методологического фальсификационизма К. Поппера. Конечно, философские, в том числе эпистемологические гипотезы (например, относительно когнитивной и социокультурной эволюции субъекта познания, информационной природы сознания и других высших когнитивных функций и т. д.) носят более абстрактный и более обобщенный характер, чем гипотезы конкретных наук, они требуют синтеза знаний из многих областей научного познания. Но их связь с эмпирической наукой остается непреходящей.

Необходимо учитывать, что в условиях мировоззренческого плюрализма, характерного для современных постиндустриальных обществ, а также культурного многообразия живущих на нашей планете человеческих популяций, этнических групп, социальных общностей и т. д., различающихся (во многих случаях весьма существенно) по уровню когнитивного, социального и культурного развития, пре-

тензии философии на создание универсальных мировоззренческих моделей, на разработку неких универсальных «общечеловеческих» культурных ценностей лишены каких-либо реальных оснований и по сути дела представляют собой атавизм европоцентристской социально-философской мифологии эпохи Просвещения. Достижения генетики XX в. убедительно свидетельствуют, что какого-то всеобщего носителя таких универсальных ценностей — абстрактного «общечеловека», существа сугубо социального, внеприродного — никогда не существовало и в принципе не могло существовать, хотя это, конечно, не означает, что отдельные лица или группы единомышленников могли в прошлом или продолжают придерживаться соответствующих мировоззренческих убеждений. Люди были и остаются биологическими существами, подлежащими биологической (когнитивной) и культурной эволюции, которые всегда вели социальный образ жизни. Правда, человеческое общество за 200 тыс. лет биологической и культурной эволюции многих (хотя и не всех) популяций *Homo sapiens sapiens* радикально изменилось — оно прошло путь от коллективов охотников и собирателей из 60–150 человек до многомиллионных аграрных и современных постиндустриальных обществ.

Социальный образ жизни вовсе не являлся каким-то изобретением популяций вида *Homo sapiens*, его видовым *know how* — он унаследовал его от своих гоминидных и весьма далеких негоминидных предков². Выдающимся эволюционным достижением исключительно этого вида гоминид было изобретение духовной культуры и основанного на культах мировоззрения, источником которого выступала естественным образом сформировавшаяся адаптивная фор-

² См.: Дерягина М. Л., Бутовская М. Л. Поведение приматов. М., 1992; Бутовская М. Л., Файнберг Л. А. У истоков человеческого общества. М., 1993; Buss D. The Evolution of Desire. Basic Books, 1984; Boehm C. Hierarchy in the Forest. Cambridge: Harvard University Press, 1999; Бутовская М. Л. The Evolution of Human Behavior. The Relationship between Biological and the Social // Antropologie. 2000. Vol. XXXVIII. N 2; Stanford C. Significant Other. Basic Books, 2001.

ма психологической защиты — вера в сверхъестественное. Социальный образ жизни популяций нашего подвида *Homo sapiens sapiens* был связан с небольшими по численности сообществами охотников и собирателей, постоянно менявших свое местообитание. Такой образ жизни был характерен для этого подвида на протяжении огромного периода (95%) его эволюционной истории. В этот период отдельными человеческими популяциями был достигнут грандиозный культурный прогресс, не сопоставимый с достижениями всех предшествующих видов гоминид. Но этот прогресс, естественно, нельзя объяснить действием каких-то сугубо социальных факторов (например, «классовой» борьбой, преимуществами мифического «первобытнообщинного строя» и т. д.). Только около 8–10 тыс. лет назад (а это всего лишь менее 5% эволюционной истории *Homo sapiens sapiens*) некоторым популяциям этого подвида удалось открыть для себя секрет сельскохозяйственного производства, которое в дальнейшем обусловило огромный рост численности человеческих сообществ, появление более развитых естественных языков, возникновение торговли, городов, государств и т. д. Постепенно созданные людьми социокультурные условия стали выступать как все более значимые факторы окружающей среды, участвующие в естественном отборе, а следовательно, и в дальнейшей биологической (когнитивной) эволюции человеческих популяций. Поэтому культурные и мировоззренческие различия (а эти различия в ряде случаев огромны по меркам эволюционной истории) между многочисленными современными человеческими популяциями и этническими группами, их исключительно богатое культурное многообразие имеют куда более глубокую, биологическую и когнитивную, основу, чем это представлялось просветителям и социальным реформаторам XVIII–XIX вв.³

³ См.: Коротаев А. В., Крадин Р. Р., Лыниша В. А. Альтернативы социальной эволюции. М., 2000; Mund V., Korotayev A. Cultural Units in Cross-cultural Research // *Ethnology*. 2000. 39 (4); Korotayev A., Kazankov A. A Regions Based on Social Structure. A Reconsideration // *Current Anthropology*. 2000. 41 (5). October.

Хотя философское знание выполняло и до настоящего времени продолжает успешно выполнять мировоззренческие функции, необходимо признать, что интерес к философии никогда не носил массового характера (если, конечно, философию не отождествлять с насильно насаждаемой диктаторскими режимами псевдонаучной социально-политической мифологией), а философские исследования оставались делом сравнительно узкого круга лиц. Потребность в философских знаниях со стороны более широких социальных слоев, как правило, значительно возрастала в эпохи мировоззренческих кризисов, периодически возникавших в «смежных» областях духовной культуры — в теоретической науке, в религиозном мировосприятии, в социально-политической идеологии и т. д., в силу характерного для этих периодов уровня дестабилизации индивидуальной психики. Свою защитную, мировоззренческую функцию философия могла более или менее успешно выполнять на протяжении всей европейской истории, по-видимому, только благодаря достаточно тесным взаимосвязям практически со всеми видами духовной культуры, оставаясь при этом инструментом познания человека и внешнего мира, специфическим средством информационного контроля окружающей среды и внутренних состояний людей. Характерно, что за пределами христианского мира философия, как правило, не брала на себя специфические познавательные функции и по сути дела синкретично сливалась с религиозным мировоззрением, как это имело место в период европейского раннего средневековья. Бурный рост естественных и социальных наук, постепенно, на протяжении последних пяти веков, обособившихся от европейской философии, не отменил мировоззренческую потребность в синтезе знаний, в философских обобщениях. Интерес к философским обобщениям, конечно, диктуется не только защитной функцией, которую они выполняют в отношении индивидуальной психики, — эти обобщения, кроме всего прочего, позволяют выявить мировоззренческий смысл достижений современного научного познания и транслировать его в другие области духовной культуры.

2.2. Общее представление о познании

В истории эпистемологии предпринималось немало попыток дать какое-то исчерпывающее, единственно верное определение понятия «познание». Однако эти определения в конечном счете по тем или иным причинам оказывались неадекватными и в ходе дальнейшей эволюции эпистемологических представлений подлежали пересмотру. Архаическое, древнее представление о познании предполагало непосредственное знакомство с сенсорно воспринимаемыми объектами. В античной эпистемологии на основе древней магии слова и устной культуры сформировалась «пропозициональная» парадигма, которая отождествляла познание с овладением объектами с помощью истинного слова, сказывания. В Новое время преобладало представление о познании, опиравшееся на механистическую модель восприятия⁴. В первой половине XX в. эпистемологические представления о человеческом познании и познавательных процессах испытывали доминирующее влияние со стороны социологических и культурологических концепций, а также результатов исследований в области метаматематики и логики, структурной лингвистики, языкознания, социальной антропологии, а во второй половине и особенно в последние десятилетия — теории биологической эволюции, генетики человека, когнитивной науки (когнитивной психологии и исследований в области искусственного интеллекта), нейропсихологии и т. д.

Многие современные философы в своих эпистемологических исследованиях обычно отталкиваются не от какого-то жесткого определения познания, а от его более или менее подробного описания. Они широко прибегают к услугам си-

⁴ Примером может служить предложенное еще в 1699 г. Д. Локком определение: «Познание представляется мне не чем иным, как восприятием (перцепцией) взаимосвязей и согласованием или несогласованием, столкновением между какими-либо из наших идей» (Локк Д. Избранные философские произведения: В 2 т. Т. 1. М., 1960. С. 514).

нонимов (например, знание или научное познание), фиксируют какие-то характеристики когнитивного процесса, предлагают яркие и запоминающиеся примеры применения познавательных приемов, пытаются выявить предпосылки, основы, пути, цели, методы, структуру и границы познания. Уточнение понятия познания, видимо, предполагает выбор какой-то общей эпистемологической концепции, разработку теоретических моделей когнитивных способностей (например, восприятия, мышления, сознания) и познавательных процессов, позволяющих объяснить реальные процедуры познания. А это означает выдвижение некоторой идеальной нормы, которая фиксирует то, что должно быть познанием. Таким образом, эпистемологическая концепция, в которой в качестве понятия познания предлагается некоторая идеальная норма, всегда будет содержать гипотетическую, конвенциональную компоненту. Поэтому, как полагают многие философы, в эпистемологию это понятие следует вводить в качестве основного, исходного понятия.

По-видимому, не только в эпистемологических концепциях, но и в любой теории какой-либо области научного знания некоторые понятия должны оставаться неопределяемыми. Их называют основными или базисными понятиями, от их определения отказываются, чтобы с чего-то начать, хотя они и не являются принципиально неопределимыми или интуитивно ясными. В эмпирических науках теоретические гипотезы или их комплексы — теории — недоказуемы беспредпосылочно. Из недоказанных предпосылок, используя логические, математические и иные правила вывода, получают следствия, которые затем подлежат экспериментальным (эмпирическим) проверкам. В формальных науках (математике и логике) такие недоказанные предпосылки обычно называют аксиомами (или постулатами). Но аксиомы или основополагающие гипотезы эмпирических наук — это не недоказуемые или самоочевидные утверждения, а такие утверждения, от доказательств которых отказываются, потому что с чего-то надо начинать построение (развертывание) концептуальной системы.

Согласно развиваемой в данной работе концепции эволюционно-информационной эпистемологии, когнитивная активность, лежащая в основе стремления людей к познанию, относится к основополагающим, видоспецифичным поведенческим характеристикам человека, обеспечивающим его выживание как биологического существа. Эта когнитивная активность обусловлена нашей биологической конституцией, она является внутренним биологическим императивом работы нашей, генетически контролируемой когнитивной системы. Человеческое познание означает поиск и приобретение нового знания, создание какой-то новой адаптивно ценной когнитивной (в том числе культурной) информации, которая увеличивала бы приспособленность людей и их шансы на выживание. Таким образом, человеческое познание выступает как видоспецифичное, опосредованное культурой средство или инструмент информационного контроля окружающей среды и внутренних состояний человека как обладающего сознанием природного, биологического существа. Акты творчества, создание новой культурной информации, открытие нового знания и т. д., т. е. любой успешный шаг в направлении распространения информационного контроля, сопровождается у людей положительными эмоциями, чувствами наслаждения и глубокого удовлетворения. Биологические императивы, вытекающие из задачи выживания человечества как вида, обретают на уровне нашей когнитивной системы внутреннюю, субъективную психофизиологическую мотивацию. Это своего рода «награда» природы за попытки адаптации, за стремление к распространению информационного контроля, включая создание мифов и теоретических картин ненаблюдаемого мира.

Итак, предложить точное (а тем более независимое от дальнейшей эволюции наших теоретических представлений) определение познания не представляется возможным. Но мы все же, видимо, можем попытаться дать ему некоторую предварительную, хотя и весьма неполную характеристику. В дальнейших главах эта характеристика обретет гораздо более четкие очертания.

1. Мы будем различать три вида познания: восприятие, обыденное познание и научное познание.

2. В познании мы будем выделять как процесс, так и результат (например, когнитивную информацию, культурную информацию, приобретенное знание и т. д.). Анализируя структуру познавательного процесса, мы будем также исходить из предположения, что познание как процесс разворачивается между познающим субъектом, обладающим высшей когнитивной способностью — сознанием, — и познаваемым объектом (действительностью). Поэтому структура познания обусловлена как объектом, так и субъектом, она основывается и на структурах внешнего мира, и на структурах нашего когнитивной системы, на работе наших когнитивных способностей. Разумеется, субъект познания также может быть объектом исследования. В этом случае обычно говорят о самопознании. Самопознание — это видоспецифичная форма информационного контроля внутренних когнитивных состояний людей.

3. Важнейшей предпосылкой эволюции человеческого познания является продолжающаяся биологическая эволюция популяций *Homo sapiens sapiens*, которая носит характер преимущественно *нейроэволюции* (эволюцией нейронных систем мозга). В ходе нейроэволюции естественный отбор идет по когнитивным функциям мозга, поскольку соответствующие селективные преимущества в относительно большей мере способствуют адаптации и выживанию людей. Нейроэволюция, таким образом, тесно взаимосвязана с когнитивной эволюцией человеческих популяций, т. е. с эволюцией когнитивных способностей людей, с адаптивно ценными изменениями в работе когнитивной системы, в процессах переработки когнитивной информации, в доминирующих когнитивных типах мышления и т. д.

4. Ощущения не являются видом познания. Хотя наша когнитивная система позволяет нам аналитически, абстрактно выделять мысленные репрезентации сенсорной информации и обозначать их смысл словом «ощущение» или соответствующими словесными описаниями (например, «я сей-

час ощущаю тепло» или «я вижу красное»), это еще не дает нам основание рассматривать ощущения как вид или этап познания. Каждое отдельное ощущение не является структурным целым, оно результат сепаратного механического воздействия на органы чувств конкретных физических свойств, как это предполагалось механистической теорией восприятия XVIII в. Наша способность к аналитической мысленной репрезентации отдельных ощущений является продуктом длительной биологической (когнитивной) и социокультурной эволюции, она возникает в результате многоэтапной переработки когнитивной информации, которая порождается нашей когнитивной системой на основе многочисленных сигналов, извлекаемых из окружающей среды.

5. Наше познание окружающего мира начинается с восприятия, результаты которых частично осознаваемы, хотя большинство ведущих к ним процессов переработки когнитивной информации сознательно не контролируются. Наш мозг не «отражает», а «вычисляет» цветовое восприятие (которому соответствуют соотношения длин волн), восприятия тепла, холода, звуков, запахов, движения и т. д., генерируя структурно сложные ментальные репрезентации, «отформатированные» в виде *перцептивных образов*. Эффективность восприятия базируется не только на своих собственных когнитивных программах, но и на их тесной интеграции с параллельно функционирующими программами, управляющими распознаванием перцептивных образов, работой кратковременной и долговременной памяти, внимания и т. д., без которых немислимо научение и более адаптивное поведение.

6. Обыденное познание, кроме работы восприятия, предполагает также участие высших когнитивных способностей — прежде всего мышления, сознания и памяти — и использование средств естественного языка (хотя, как правило, и некритическое). В силу этого обыденное познание занимает более высокую ступень, чем восприятие. Культурно-исторические типы обыденного познания формируются на базе доминирующего в человеческих популяциях когни-

тивного типа мышления, они определяются уровнями когнитивного развития социальных слоев и групп внутри этих популяций. Обыденное познание может использовать информационные ресурсы научного познания, привлекать элементы научного и метафизического мировоззрения, высокотехнологичные знания (know how), практические и производственные знания профессиональных групп населения, религиозные верования, социально-политические мифы и т. д. Таким образом, культурно-исторический уровень обыденного познания относителен и может варьировать в огромных пределах, он как бы «привязан» к стадиям когнитивной эволюции человеческих популяций и их социокультурному развитию.

7. Человеческое мышление представляет собой частично направляемое символьным (вербальным) сознанием оперирование внутренними мысленными репрезентациями (перцептивными образами, представлениями и прототипами, словами, знаками, символами и т. д.) с помощью тех или иных стратегий, оно предполагает применение специальных процедур — обобщений (в том числе основанных на выделении прототипов), дедуктивных и индуктивных выводов (заклучений), аналогий и т. д., использование практических и научных знаний (гипотез), математических правил (например, счет) и т. д. Наше мышление базируется на взаимодействии соответствующих когнитивных систем правого и левого полушарий, использующих различные стратегии переработки информации (холистические и аналитические). В отличие от мышления пространственно-образного, знаково-символическое (логико-вербальное) мышление людей непосредственно управляется нашим символьным (вербальным) сознанием. Это мышление манипулирует идеальными символьными репрезентациями, которые являются результатом более высокоуровневой обработки мозгом когнитивной информации. Символьные репрезентации — это мысленные репрезентации «второго порядка», так как изначально слова (последовательности звуковых символов) и их сочетания обозначают смысл перцептивных образов и пред-

ставлений (а также еще более абстрактных перцептивных обобщений — прототипов). Поэтому естественный язык, даже самый простейший, навязывает нам идеальные концептуальные модели окружающей среды и нашего собственного существования. Благодаря эволюции знаково-символического (логико-вербального) мышления (естественно, во взаимодействии с мышлением пространственно-образным) создаются предпосылки для формирования более развитых естественных языков и идеальных концептуальных структур — рассказа, повествования и мифа. Развитие культуры и все более широкое применение аналитических мыслительных стратегий способствуют генерации когнитивно более экономных и информационно более емких общих понятий (универсалий), получающих словесно-символьную репрезентацию в виде общих терминов. Наличие таких терминов (например, «дерево», «животное», «цвет» и т. д.) в естественном языке, конечно же, не означает, что в окружающей среде реально существуют некие универсальные объекты, как это предполагалось архаической магией слова, получившей соответствующую интерпретацию в эпистемологических взглядах наивного реализма. Реально существуют только единичные естественные объекты как совокупности физических, химических и т. п. свойств, позволяющих нашей когнитивной системе, основываясь на сигналах, извлекаемых из окружающей среды, создавать их перцептивные образы.

8. Сознание является наивысшей когнитивной способностью, его рудименты, видимо, были присущи негоминидным предкам человека. Сознание возникает у высших приматов благодаря адаптивно ценным изменениям в когнитивных механизмах самовосприятия и мышления, которые привели к формированию соответствующей *преадаптивной* когнитивной способности, к порождению комплекса когнитивных метапрограмм, позволяющих перцептивно самораспознавать себя как отличающееся от внешнего мира живое существо. Достигнутый подвидами *Homo sapiens* эволюционный уровень самосознания послужил когнитивной предпосылкой формирования подлинно человеческой духовной куль-

туры. Филогенетически первичное сознание выступает как *перцептивное самосознание*, т. е. как осознание собственно-го, перцептивно воспринимаемого «Я» и своего отличия от других представителей вида, в «узнавании» себя, распознавании образа «Я», в наличии «Я-образов» и т. д. Благодаря эволюции вербальной коммуникации и знаково-символического (логико-вербального) мышления у подвида *Homo sapiens sapiens* постепенно формируется филогенетически «вторичное», *символьное (вербальное) сознание*, которое в ходе последующей когнитивной и социокультурной эволюции человеческих популяций берет на себя функции управления всеми высшими когнитивными способностями людей. Развитие человеческого «Я» репрезентируется на уровне когнитивной системы в многочисленных «Я-образах» и «Я-концепциях», которые принимают непосредственное участие в управлении актами восприятия, мышления, творчества, в работе памяти, в обучении и т. д., они направляют и модифицируют соответствующие когнитивные процессы главным образом на уровне планов, целей и намерений.

9. Благодаря развитию духовной и материальной культуры (науки, техники, технологий, средств коммуникаций и т. д.) сообщества людей обрели возможность изменять окружающий мир и тем самым создавать новые факторы естественного отбора и своей собственной биологической (когнитивной) эволюции. Любой значимый прогресс в культурной и социальной эволюции (например, возникновение сельскохозяйственного производства, появление городов и т. д.) ставит людей перед необходимостью адаптации к новой социокультурной среде. В силу этого культурная эволюция оказывает исключительно сильное селективное давление на биологическую (когнитивную) эволюцию человеческих популяций, а следовательно, и на эволюцию человеческих когнитивных способностей.

10. Научное познание является высшей ступенью информационного контроля окружающей среды и внутренних состояний людей, оно широко использует идеальные концептуальные системы — гипотезы, научные теории, экспе-

риментальные законы, разного рода модели (теоретические и т. д.), — обладающие огромной информационной емкостью, специализированный язык науки и особые методы исследования, такие как научное наблюдение и эксперимент. Исключительно важную роль в научном познании постепенно приобрели математические и логические формализмы, т. е. идеальные, конструктивно оптимизированные структуры знаково-символического мышления, позволяющие выявить и развернуть потенциально содержащуюся в научных гипотезах концептуальную информацию. Благодаря использованию идеальных концептуальных структур и логико-математических формализмов, обеспечивающих вычисление экспериментально наблюдаемых величин, а в математизированных дисциплинах — и *порождение новых научных понятий и концептуальных систем*, наука выходит далеко за пределы повседневного опыта и обыденных знаний.

11. Человеческое познание является трехчленным, а не двучленным, как считают многие, отношением. Познание есть отношение между субъектом, объектом и тем, что познается в качестве объекта — предметом. Предмет человеческого познания — это идеальная модель познаваемого объекта.

12. Какого-либо абсолютного (или беспредпосылочно) познания не существует. В силу продолжающейся мировой космической и биологической эволюции, а также биологической, когнитивной и культурной эволюции человеческих популяций, нет и не может быть также никакого абсолютного знания, никакой *абсолютной истины* даже в виде абстрактно постулируемого гипотетического предела. Эволюция науки и научного познания не требует апелляции к понятию абсолютной истины, культурный смысл которого первоначально сводился к идее божественного всезнания. Научное познание — это сугубо человеческая форма информационного контроля окружающей среды и когнитивных состояний человека. Оно отвечает внутренней потребности людей в мировоззрении и обеспечивает увеличение нашей приспособленности благодаря реализации достижений науки в технике, технологии, производстве, организации общества и т. д.

Любое знание, любое познание, любой познавательный процесс, поскольку в нем принимают участие высшие когнитивные способности, наше мышление, сознание и язык, всегда идеальны и гипотетичны, хотя концепции, системы знания, научные теории, гипотезы и т. д. могут отличаться от предшествующих им и соперничающих концептуальных систем по информативности, по степени своей теоретической и эмпирической обоснованности, экспериментальной проверяемости и т. п. Это относится не только к научному познанию, но и к познанию обыденному.

13. Не каждая возникшая у отдельного человека идея (или мысль), не всякая оказавшаяся ему доступной адаптивно ценная когнитивная информация может рассматриваться в качестве социального знания. К тому же люди располагают неявными индивидуальными знаниями, содержание которых полностью ими не осознается. Для превращения в интересубъективное, социальное знание смысл идеи или иной когнитивной информации, оказавшейся в распоряжении отдельного субъекта, необходимо представить в такой форме, которая позволяла бы передать его другим людям. Хотя создание новой когнитивной информации не обязательно связано с языком (мы можем успешно мыслить, используя перцептивные, а не символично-вербальные коды — например, перцептивные образы, представления и прототипы), для обретения статуса социального знания ее смысл все же должен быть *интерсубъективно проверяемым*. А это предполагает репрезентацию смыслов с помощью языковых средств. Правда, язык не обязательно должен быть естественным словесным (например, мы пользуемся языком математики, языком чертежей, понимаем язык танцев, ритуалов и т. д.). Тем не менее наш естественный словесный язык играет выдающуюся роль в познании, причем не только как средство репрезентации мысли, логико-вербального мышления и т. д., но и как инструмент превращения когнитивной информации в информацию культурную и передачи ее другим людям.

14. Предположение о том, что мир делится на познаваемую действительность и обладающего сознанием познающего субъекта, весьма условно и является лишь полезным эвристическим средством, инструментом эпистемологического анализа. Субъект — его восприятие, мышление, сознание, его органы чувств, центральная нервная система и мозг со всеми его когнитивными состояниями — является результатом биологической, когнитивной и культурной эволюции, он был и остается частью природной действительности.

Информационный контроль окружающего мира и внутренних состояний субъекта обеспечивается когнитивной системой человека и является ее важнейшей функцией. Этот контроль исключительно эффективен, он является результатом огромной вычислительной работы нашего мозга, управляемой параллельно запускаемыми когнитивными программами и метапрограммами, их сложноорганизованными комплексами, которые в силу своей тесной интеграции и относительной автономии обретают статус когнитивных способностей. Интеграция и координация совместной работы когнитивных способностей требует развития центрального контроля, который осуществляется благодаря наличию у нас самовосприятия и самосознания. Как эволюционирует человеческое познание, какие факторы взаимодействуют в ходе его эволюции? Эволюционируют ли когнитивные программы и можно ли говорить об эволюции когнитивных способностей людей, или нашим успехам в познании мы обязаны только своим собственным усилиям и накопленным знаниям? Как эволюционируют когнитивные способности, почему они функционируют в тесной кооперации между собой? Как функционирует наша когнитивная система, почему она не «отражает», а главным образом «вычисляет», создавая на основе сигналов, извлекаемых из внешней среды и внутренних структур, мысленные репрезентации? Как работают наши органы чувств, наше восприятие, наши высшие когнитивные способности — мышление, сознание, память

и т. д.? Какие адаптивные преимущества дают человеческое восприятие, мышление и сознание, в каком направлении протекала их эволюция, обеспечившая огромный культурный и социальный прогресс отдельных популяций *Homo sapiens sapiens* за последние 10 тыс. лет? — Вот далеко не полный перечень вопросов, которые мы в дальнейшем предполагаем рассмотреть.

Глава III

ЭВОЛЮЦИЯ КОГНИТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ

Когнитивная информация не содержится в окружающей среде как некая данность. Ее нельзя отразить, отобразить как в зеркале, сфотографировать и т. п. с помощью органов чувств, а затем преобразовать и обогатить, используя для этого высшие когнитивные способности (например, «рациональное» мышление). В окружающей среде есть лишь инварианты, инвариантные структуры, их изменения, сигналы, какие-то корреляции, регулярности, повторяемость сигналов и т. п. Когнитивная информация должна быть создана, порождена когнитивной системой живых существ на основе сигналов, извлекаемых из окружающей среды и их внутренних структур.

Информация (от лат. *informatio* — разъяснение, истолкование, осведомление) есть выбор одного (или нескольких) сигналов, параметров, вариантов, альтернатив и т. п. из многих возможных, и этот выбор должен быть запомнен¹. В теории информации разработаны универсальные математические (статистические) методы измерения информации, которые совершенно не зависят от способов передачи, типов материальных носителей и формы сигналов в каналах связи, а также от конкретного содержания передаваемых сообщений. С теоретико-информационной точки зрения информация — это некое идеальное сообщение, уменьшаю-

¹ См., например: Кастлер Г. Возникновение биологической организации. М., 1967.

щее или полностью исключающее неопределенность в выборе одной из нескольких возможных альтернатив. Количеством информации обычно называют величину $I = \log_2 (N/n)$, где N — полное число возможных вариантов, n — число выбранных вариантов. Это количество отлично от нуля, если известно, что из N априорных вариантов выбран один из n вариантов. Количество информации максимально, если $n = 1$, т. е. известно, что реализовался (выбран) один определенный вариант. Информация равна нулю ($I = 0$), если $N = n$, т. е. выбор не сделан. Основание логарифма в данном случае (двоичная система) выбирается для удобства — единицей информации в этой системе является один бит, он соответствует выбору одного варианта из двух возможных — $\log_2 2/1$. Команды компьютеров, как правило, работают не с отдельными битами, а с восемью последовательными битами сразу, составляющими байт, который позволяет закодировать значение одного символа из 256 возможных (2^8).

Итак, информация означает выбор, а если нет выбора, то нет и информации. Порождение информации требует наличия соответствующих условных алгоритмов — т. е. правил, устанавливающих условные связи между инвариантными сигналами, параметрами, инвариантными структурами, корреляциями и т. д. А это предполагает активность информационной системы, она должна управляться встроенными программами (генетическими, когнитивными, в том числе приобретенными в результате научения, или созданными человеком, если речь идет об искусственных интеллектуальных устройствах), обладать внутренней интенциональностью. Конечно, создание информации, ее переработка, хранение, передача и т. п. невозможны без энергетических затрат.

В свое время родоначальник кибернетики Н. Винер подчеркивал, что «информация есть информация, а не материя и не энергия»². Действительно, информация может существовать только в виде закодированных сообщений (например, на языке генетического кода или на языке электриче-

² Винер Н. Кибернетика. М., 1968. С. 201.

ских (нервных) импульсов и т. д.), которые, однако, обязательно должны быть зафиксированы на материальных носителях. В образовании и управлении процессами неживой природы информация не участвует, так как «вычисление», «синтаксис» не являются свойствами (наподобие массы, тяжести и т. д.), внутренне присущими *неживой* материи. Это, однако, не означает, что такими свойствами не могут обладать искусственно созданные людьми высокотехнологичные неживые материальные устройства. Разработка и производство устройств с наперед заданными физическими и логическими свойствами составляет основу конструирования современной вычислительной техники.

Положение, однако, коренным образом меняется, если мы имеем дело с *живой* материей, живыми организмами. Биологические системы являются открытыми и далекими от термодинамического равновесия. Живые организмы несут в себе информацию, которая управляет образованием и ростом самих организмов, происходящими в них процессами, их когнитивными способностями и поведением. Невозможно представить себе «жизнь без ДНК» — живая материя не может существовать без генетической информации, без своего рода «синтаксиса», который является ее внутренним биологическим свойством. «Словарь» генетического кода записан на языке информационной РНК. Генетический код универсален — все живые существа от простейших бактерий до человека содержат один и тот же набор РНК-кодонов, которые кодируют одни и те же 20 аминокислот³.

Биологическая информация, способность живой материи к выбору альтернатив, видимо, возникает в ходе миро-

³ Конечно, генетические механизмы распознавания и передачи информации, механизмы транскрипции и трансляции, обеспечивающие «сборку» белка, не требуют апелляции к внешнему наблюдателю, к некоему «гомункулусу». В силу вышеизложенного применительно к живой материи тезис американского философа Д. Серла о том, что «вычисление не является внутренне присущим свойством мира», представляется ошибочным. См.: Серл Д. Открывая сознание заново. М.: Идея-Пресс, 2002. С. 196.

вого эволюционного процесса одновременно с появлением простейших организмов. Генетические механизмы распознавания и передачи биологической информации, механизмы транскрипции и трансляции, ответственные за «сборку» белков, также являются результатом химической эволюции, которая по времени непосредственно предшествовала началу эволюции биологической. Жизнь означает размножение, она предполагает передачу потомству наследственных признаков, т. е. генетической информации. С этой точки зрения биологическую эволюцию вполне правомерно рассматривать как эволюцию генетической информации, закодированной в ДНК. Изменения в генетической информации возникают на уровне отдельных организмов. Соответственно, успех биологической эволюции находит свое выражение в увеличении числа имеющихся в природе копий определенного набора генетической информации, а ее неудача означает исчезновение всех копий данного набора. В этом — суть естественного отбора, который воздействует на генетическую информацию, закодированную в ДНК.

В ходе биологической эволюции происходила дифференциация различных типов клеток и возникали все более сложные многоклеточные организмы. Постепенно это привело к формированию нервных тканей и появлению другого типа биологической информации — *информации когнитивной*, т. е. информации, которая создается (на основе сигналов, извлекаемых из окружающей среды и внутренних структур организмов) и перерабатывается *когнитивной системой* живых существ. По словам К. Лоренца, выдающегося австрийского этолога, «жизнь обрела существование с “изобретением” структуры, способной собирать и сохранять информацию, одновременно извлекая из окружающего мира и накапливая энергию для поддержания светоча познания. Внезапное творение такого когнитивного аппарата образовало первый великий водораздел в бытии»⁴. Возникновение нервных тка-

⁴ Лоренц К. По ту сторону зеркала // Эволюция. Язык. Познание. М., 2000. С. 63.

ней и базирующихся на работе нейронов когнитивных систем давало несомненные адаптивные преимущества и скорее всего явилось результатом действия механизмов естественного отбора. Существование любых (даже самых простейших) организмов обязательно предполагает их обособление от внешней среды и одновременно взаимодействие с ней, позволяющее биологически приспособиться к ее относительно стабильным параметрам. Конечно, внешняя среда — это не только источник пищи, восполняющей энергетические затраты, но и источник многих опасностей, представляющих угрозу для выживания живых существ. Биологическое выживание означает прежде всего размножение и приспособление. Но для эффективного приспособления необходимо информационно контролировать окружающую среду, т. е. обладать как можно более исчерпывающей для выживания организма информацией о том, что в ней происходит. В результате естественный отбор оказывается направленным на формирование и эволюционное развитие у организмов все более высокоорганизованных когнитивных систем, способных информационно контролировать окружающую среду и их собственные когнитивные состояния (самовосприятие) с помощью создаваемой этими системами когнитивной информации. Благодаря эволюции когнитивных систем у организмов появляется возможность изменить свое поведение, сделать его более адаптированным.

3.1. Биологическая (когнитивная) эволюция как самопорождение когнитивных программ

Итак, начиная с некоторого момента биологической эволюции информационный контроль окружающей среды (а затем и внутренних когнитивных состояний организмов) становится важнейшей стороной взаимодействия живых существ с внешним миром (по крайней мере для тех из них, которые обладали нервной системой). Этот контроль пред-

полагает создание когнитивной информации, получение сведений о том, что обеспечивает их выживание, — он позволяет, например, обнаружить пищу, найти брачного партнера, уклониться от опасностей, изменить стратегию охоты, местообитание и т. д. Для выполнения этой важнейшей для выживания функции — функции информационного контроля — организмы на протяжении многих миллионов лет медленно эволюционировали в направлении формирования все более сложных когнитивных систем, которые обеспечили появление и развитие высших когнитивных способностей, формирование высокоразвитого интеллекта, способного генерировать эффективные мыслительные стратегии, и т. д., т. е. адаптивно ценных способов переработки и хранения когнитивной информации.

Возникает, однако, вопрос, какие процессы лежат в основе когнитивной эволюции? Как происходит самопорождение все более высоких уровней сложности и организации когнитивных систем, обеспечивших появления все более развитых когнитивных способностей? Процессы когнитивной эволюции исключительно сложны, они, скорее всего, охватывают эволюционные изменения на многих взаимодействующих между собой уровнях, в том числе на молекулярном и на генетическом уровне, на уровне взаимосвязей молекулярно-генетических процессов с работой когнитивных структур, на когнитивном (информационном) уровне, на котором происходит создание и переработка информации. Они также включают механизмы генетического закрепления прогрессивных эволюционных изменений в когнитивных структурах.

Благодаря созданию достаточно мощных нейрокомпьютеров сравнительно недавно появилась возможность исследовать процессы самопорождения простейших когнитивных способностей в искусственных нейронных сетях, состоящих из суммирующих пороговых элементов — формальных нейронов. Результаты компьютерного моделирования когнитивной эволюции искусственных организмов, разумеется, нельзя автоматически переносить на эволюцию когнитив-

ной системы живых существ, даже самых простых. Тем не менее они все же дают некоторые вполне реальные основания предполагать, что эволюция когнитивных способностей живых организмов скорее всего могла происходить благодаря генерации все более высокоуровневых когнитивных метапрограмм, которые в зависимости от тех или иных мотивов управляют выбором уже имеющихся когнитивных программ более низкого уровня⁵. Конечно, это не исключает возникновения адаптивно ценных эволюционных изменений в самих когнитивных программах и метапрограммах. Возможен, например, такой вариант когнитивной эволюции, когда эволюционные изменения в когнитивной метапрограмме создают избыточный резерв, позволяющий интегрировать и управлять работой все большего числа программ более низкого уровня и даже порождать такие новые программы⁶. Но, по понятным причинам, выявленные ис-

⁵ В последние десятилетия получило интенсивное развитие компьютерное моделирование эволюции адаптивного поведения искусственных организмов (аниматов), представленных в виде программ. Это моделирование позволяет исследовать отдельные аспекты когнитивной эволюции, *какой она могла бы быть* в некоторых идеальных условиях. Соответствующие исследования, в частности, показывают, что управление поведением (выбором действий) обладающих мотивациями искусственных организмов, которое базируется только на трех весьма простых заданных программах, эволюционирует путем порождения более высокого уровня управления — метапрограммы, которая осуществляет выбор (запуск или выключение) уже имеющихся программ (в зависимости от мотиваций). Метапрограмма формирует более эффективную, более адаптивную стратегию поведения искусственных организмов, способствующую их выживанию и размножению. Так, например, в условиях недостатка пищевых ресурсов метапрограмма отключает программу «скрещиваться» и включает программы «питаться» и «отдыхать». В случае наличия больших пищевых ресурсов она запускает все три программы. Более подробно см.: Редько В. Г. Эволюционная кибернетика. М., 2001. С. 113–121.

⁶ Идеальной моделью, а скорее даже просто полезной эвристической метафорой того, как реально могла происходить когнитивная

следователями сугубо информационные процессы самопорождения в искусственных нейронных сетях все более высокоуровневых когнитивных метапрограмм не могут дать ответа на вопрос о механизмах их генетического закрепления в геноме популяций живых организмов.

Когнитивные программы представляют собой *логические устройства*, управляющие только *логическими свойствами* физических устройств или материальных процессов, протекающих в нейронных сетях нервной системы живых существ на молекулярном, генетическом, нейронном (клеточном) и т. д. уровнях. По своей природе эти логические свойства являются *эмерджентными* по отношению к *физическим свойствам* сконструированных людьми искусственных интеллектуальных устройств или *физико-химическим*,

эволюция простейших организмов, обладавших специализированными нервными тканями, по-видимому, может служить эволюция операционных систем семейства Windows — от Windows 95 до Windows XP — для IBM-совместимых персональных компьютеров. Нетрудно заметить, что эволюция Windows до настоящего времени сопровождалась главным образом такими модификациями, которые (кроме повышения надежности) позволяли вновь разрабатываемым версиям этой операционной системы (т. е. метапрограммам) интегрировать и управлять работой все большего числа принципиально новых приложений, новых программ более низкого уровня, обеспечивающих выполнение новых интеллектуальных функций. Так, например, Windows 98 интегрировала и стала управлять работой браузера, она объединила работу Windows и ресурсы Web (Интернета и электронной почты) в едином представлении, а Windows XP позволила записывать файлы различных форматов на DVD или CD диски, не прибегая к помощи дополнительных программ, не являющихся частью Windows. Конечно, эволюция операционных систем Windows — это эволюция программируемых человеком логических устройств, обновление которых возможно только благодаря конструированию все более высокотехнологичных интеллектуальных физических устройств, все более совершенного «железа» — процессоров, системных плат, модулей памяти и т. д. Однако у нас нет оснований сомневаться в возможностях биологической эволюции порождать все более сложные и адаптивно эффективные когнитивные системы.

нейробиологическим и нейрофизиологическим свойствам живых биологических систем, нервных тканей мозга⁷. Разумеется, работа управляющих логических устройств всегда обеспечивается комплексом аппаратных средств, совместным функционированием соответствующих физических устройств («железа») или биологическими системами (нейронными сетями мозга). Но эмерджентные логические свойства не могут быть редуцированы к свойствам материальных процессов более низкого уровня, они к ним не сводятся и не могут быть определены на их основе. В отличие от логических программ, управляющих только логическими свойствами искусственных (физических) интеллектуальных устройств, когнитивные программы мозга живых существ, по-видимому, способны изменять не только логические, но и обуславливающие их появление нейрофизиологические, нейробиологические, молекулярно-генетические и физико-химические свойства нервных тканей, нейронов и нейронных сетей. Причем некоторые из этих изменений получают генетическое закрепление в геноме популяций. Благодаря взаимосвязям между когнитивным и молекулярно-генетическим уровнем эти программы даже могут порождать группы и сети нейронов с новыми наперед заданными логическими свойствами, определяя тем самым направление нейроэволюции.

Целенаправленное поведение, как известно, присуще самым простейшим, в том числе одноклеточным, организмам. Так, например, хаотичные, случайные движения мотыльков и даже их амплитуда мотивированы вполне определенной целью — сохранением гомеостатического оптимума (оптимальных параметров жизни), необходимого для ее выживания. Управление такого рода поведением осуществляется непосредственно специализированными генами, выполняющими функцию своего рода протологического устройства. Даже некоторые различия в поведении простых организмов могут контролироваться единичными генами.

⁷ Более подробно см.: Меркулов И. П. Эпистемология. Т. 1. СПб., 2003. С. 164–166.

Характерным примером может служить мутантный аллель «yellow» у плодовой мушки, который обуславливает у гомозиготных по этому гену самцов более медленную вибрацию крыла при ухаживании⁸.

Возникновение генов, обеспечивших управление элементарнейшими формами поведения простейших организмов, относится к самым ранним стадиям биологической эволюции. Появление многоклеточных организмов на Земле, а затем и специализированных нервных клеток (нейронов) означало появление у них простейших биологических устройств, обладавших заданными (предшествующими этапами эволюции) логическими свойствами. В этих устройствах, видимо, произошло самопорождение когнитивных программ и метапрограмм, т. е. информационного, логического уровня управления поведением.

Формирование все более высоких уровней управления (когнитивных метапрограмм) позволило организмам осуществлять более сложные формы поведения и тем самым достигнуть более высокого уровня приспособленности, адаптации, который мог обеспечить их селективное выживание. С этой точки зрения когнитивная эволюция находит свое выражение в процессах постепенного формирования все более сложных, иерархически организованных комплексов взаимосвязанных когнитивных программ и по сути дела сводится к эволюции когнитивных способностей живых существ.

Итак, когнитивная эволюция — это один из аспектов биологической эволюции, тесно связанный с другим ее аспектом — с эволюцией поведения. Однако когнитивная эволюция — от организмов, обладавших простейшей нервной системой, до антропоидов и гоминид, включая и современного человека, — была бы в принципе невозможна, если бы она не подкреплялась соответствующей эволюцией мозга, т. е. нейроэволюцией.

⁸ См.: Солбриг О., Солбриг Д. Популяционная биология и эволюция. М., 1982. С. 432.

3.2. Взаимосвязь когнитивной эволюции и нейроэволюции

Благодаря изобретению новых методов, позволяющих определить участие генов в формировании и функционировании различных органов и нервных тканей, в генетике и нейробиологии за последние десятилетия были получены многочисленные экспериментальные данные, которые довольно убедительно свидетельствуют о том, что в течение 500 млн. лет эволюция организмов, обладающих нервными клетками, шла преимущественно по пути совершенствования их когнитивной системы⁹. Оказалось, что у млекопитающих, включая человека, более половины генов из генома необходимы для того, чтобы сформировать, «сконструировать» мозг, обеспечить развитие и дальнейшее функционирование взрослого мозга. На самом деле эта цифра значительно выше — 70–80%, так как необходимо учитывать также и так называемые «молчащие» гены, т. е. те гены, функции которых были ограничены созданием мозга и его развитием в эмбриональном состоянии.

Численность генов, обслуживающих мозг, удивительно высока. И это обстоятельство наводит на мысль, что темпы накоплений генетических изменений в мозге в ходе биологической эволюции были значительно выше, чем в других органах. Эволюция геномов организмов (по меньшей мере млекопитающих), если ее рассматривать как результирующую массы событий естественного отбора, видимо, была в большей мере связана не с морфологическими изменениями различных органов, а с морфологическими изменениями мозга, с эволюцией его нейроструктур, т. е. носила характер преимущественно *нейроэволюции*. Нейроэволюция обеспе-

⁹ См., например: *Edelman G.* Bright Air, Brilliant Fire. On the matter of the Mind. New York, 1992; *Plotkin H.* Evolution in Mind. An Introduction of Evolutionary Psychology. London, 1997; *Wilson E. O.* Consilience. New York, 1998; *Pinker S.* How the Mind Works. New York; London, 1999.

чивала создание своего рода обновляемой «элементарной базы» («железа», если воспользоваться компьютерной метафорой) для эволюции когнитивных функций мозга — например, обучения, запоминания адаптивно ценной когнитивной информации, формирования новых стратегий мышления и т. д. В ходе нейроэволюции естественный отбор шел по когнитивным функциям мозга, поскольку соответствующие селективные преимущества в относительно большей мере способствовали адаптации и выживанию организмов. Характерно наличие избыточности, резерва в конструкции мозга — по мере роста сложности организмов биологическая эволюция нередко прибегала к удвоению (дубликации) части генетической информации. Дубликация генов, в свою очередь, открывала новые возможности для дальнейшей специализации функций. Поскольку мозг исключительно важен для выживания организмов, то дифференциация и специализация функций более всего развиты в центральной нервной системе. Одновременно возникала необходимость в интеграции множества взаимосвязанных когнитивных программ и метапрограмм, в развитии высокоуровневого центрального контроля воспринимающего себя живого существа. Кумулятивно эволюционная история организмов, обладающих нервной системой, нашла свое выражение в тех функциях, которые гены выполняют в современном мозге (и поэтому мы ее можем «прочитать»).

Таким образом, есть основания полагать, что нейроэволюция взаимосвязана с когнитивной эволюцией, т. е. с адаптивно ценными изменениями в процессах переработки информации, с формированием и эволюционным развитием когнитивных способностей вплоть до самых высших — мышления и сознания. Однако представления о когнитивной системе, о ее функционировании и работе когнитивных способностей появились не в нейробиологии, а в когнитивной науке. Поэтому возникает вопрос, возможно ли эти представления адаптировать в нужной мере к нейробиологическим структурам? Ответ на него в решающей мере зависит от того, можем ли мы принять следующие предположе-

ния и в своих дальнейших выводах опираться на них. 1. *Наш мозг является органом, обрабатывающим когнитивную информацию.* 2. *Процессы обработки информации мозгом по меньшей мере частично управляются генами.* 3. *Благодаря мутациям генов, управляющих работой когнитивной системы, и действию естественного отбора по когнитивным функциям, происходит генетическое закрепление адаптивно ценных изменений в процессах переработки информации мозгом (программ и метапрограмм) в геноме теловетеских популяций.*

Гипотеза о том, что человеческий мозг перерабатывает когнитивную информацию, выдержала весьма тщательные экспериментальные проверки, и ее правомерность общепризнана в когнитивной науке. С 60-х гг. прошлого века модели переработки информации (естественно, совершенствуясь) остаются основным теоретическим инструментом исследований когнитивных функций человека в когнитивной психологии. Еще в предшествующие десятилетия было экспериментально установлено, что обмен информацией между нейронами головного мозга происходит посредством электрического (нервного) импульса, хотя передача ее через синапс осуществляется не электрическим, а химическим способом, который вызывает изменение электрического потенциала. Таким образом, «языком» мозга (если так можно выразиться) являются электрические сигналы. Именно поэтому стала возможна разработка новейших методов исследования человеческого мозга — в частности, трехмерного картирования процессов его функционирования в реальном времени.

Наряду с методами ЭЭГ (электроэнцефалограммы) и МЭГ (магнитоэнцефалограммы), позволяющими почти мгновенно регистрировать и отображать информационную активность клеток мозга на основе большого числа данных, поступающих от чувствительных датчиков или электродов, в последние десятилетия были сконструированы новые технические устройства, которые сделали возможным структурное сканирование действующего мозга. Речь идет о позитронно-эмиссионном томографе (ПЭТ) и функциональном сканере

магнитного резонанса (ФСМР). ПЭТ регистрирует изменения радиоактивности воды, которая вводится в кровь испытуемых. Поскольку росту активности зон мозга сопутствует увеличение кровотока и соответствующее изменение радиоактивности, то благодаря ПЭТ появилась возможность наблюдать на экране монитора локальные зоны информационной активности мозга при выполнении им тех или иных желательных для исследователей когнитивных функций. Так, например, ПЭТ-сканирование показало, что когда испытуемые читают слова, то особенно активными становятся две локальные зоны левого полушария. Если же испытуемые слушают слова через наушники, то наблюдается активность соответствующих зон правой гемисферы.

В отличие от ПЭТ функциональный сканер магнитного резонанса не нуждается в инъекциях радиоактивных материалов. ФСМР позволяет зафиксировать радиосигналы, которые испускаются атомами водорода в мозге под воздействием изменения направления внешнего магнитного поля. Эти радиосигналы усиливаются, когда уровень кислорода в крови повышается, указывая тем самым, какие зоны мозга являются наиболее активными. Поскольку применение ФСМР не связано с хирургическим вмешательством, исследователи могут делать сотни сканирований мозга одного и того же человека (чей мозг столь же индивидуален, как и отпечатки пальцев) и получать очень детальную информацию о его структуре и функционировании.

Необходимо, однако, учитывать, что наш мозг обрабатывает информацию настолько стремительно, что сканирующие устройства типа ПЭТ и ФСМР не успевают за его текущей работой. Конечно, МЭГ и ЭЭГ — более быстрые методы, но они не позволяют получить структурную, анатомическую информацию. Поэтому в последнее десятилетие наметилась устойчивая тенденция к совместному использованию сканирующих устройств и техники, регистрирующей электрические сигналы (например, ФСМР в различных комбинациях с МЭГ и ЭЭГ). ФСМР дает возможность показать информационную активность мозга с высоким разрешением

ем, но относительно медленно. Напротив, пространственное разрешение ЭЭГ и МЭГ — относительно низкое, но благодаря своему быстрому действию они могут отображать последовательность событий. Совместное применение функционального сканирования и магнитоэнцефалографии впервые позволило получить трехмерную карту (развертку) функционирующего мозга в реальном времени. Уже первые эксперименты с трехмерным картированием мозга дали удивительные результаты — удалось, в частности, обнаружить корреляцию между анатомическим нарушением (два сросшихся пальца на руке) и видимой на карте аномалией соответствующих зон мозга пациента. Эта аномалия почти полностью исчезла после того, как сросшиеся пальцы были отделены хирургическим путем. Конечно, трехмерное картирование открывает новые перспективы исследований процессов переработки информации нашим мозгом — например, того, как на основе сигналов, поступающих из окружающей среды, порождается когнитивная информация, как различные зоны мозга обмениваются информацией, как сенсорная информация ведет к возникновению внутренних мысленных репрезентаций, мыслей и т. д.

По-видимому, нейроны нашего головного мозга — это относительно медленные вычислительные устройства. Им необходимо несколько миллисекунд, чтобы обработать поступившую на вход когнитивную информацию. Но для того чтобы распознать, увидеть какую-то вещь (например, летящий белый футбольный мяч), нам понадобятся всего лишь доли секунды. Мы видим цвет мяча, его форму, направление движения, причем схватываем все это интегрированно, одновременно, хотя наш мозг обрабатывает каждый признак отдельно. Скорость вычислений нейрона человеческого мозга такова, что за доли секунды при последовательной, пошаговой обработке информации он способен осуществить не более, чем за сто шагов. Таким образом, наша когнитивная система скорее всего должна иметь мощную параллельную архитектуру.

В 80-х гг. прошлого века в компьютерной науке были разработаны коннекционистские (от англ. *connection* — связь,

подключение) модели переработки информации (Д. Румельхарт, Д. Мак-Клеленд и др.), которые заложили основы архитектуры современных нейронных компьютеров (нейрокомпьютеров). В отличие от обычных цифровых компьютеров, они используют принцип параллельной и распределенной обработки информации. С точки зрения коннекционистских моделей, наш мозг представляет собой исключительно производительный, обрабатывающий образцы (паттерны) «динамический процессор», который способен концептуализировать и категоризировать когнитивную информацию, а также распознавать, какие категории работают вместе со специфическими стимулами. Мышление, сознание и другие высшие когнитивные функции возникают, согласно этим моделям, в результате самоорганизации, ведущей к появлению у нейронных сетей новых эмерджентных логических свойств, к формированию новых логических устройств. Когнитивные способности — это эмерджентные свойства когнитивной системы в целом, а не свойства ее отдельных элементов.

Оказалось, что искусственные нейронные сети, использующие принцип параллельной и распределенной обработки информации, с гораздо большей степенью адекватности воспроизводят выявленные нейробиологами механизмы функционирования мозга — например, наличие в организации нейронов промежуточных, «скрытых» слоев, при участии которых происходит внутренняя переработка поступающих извне сигналов, способность определенным образом соединенных групп нейронов к постепенному изменению своих свойств по мере получения новой информации (т. е. к обучению) и т. д. Попытки применения коннекционистских моделей в нейробиологии (Т. Сейновский и др.) повлекли за собой появление новых дисциплин — (компьютерной) вычислительной молекулярной биологии и нейрокибернетики. Конечно, не следует забывать, что искусственные нейронные сети представляют собой идеальные и весьма еще упрощенные вычислительные устройства, где в качестве формальных нейронов выступают суммирующие пороговые

элементы. Обучение таких сетей, имеющих многослойную структуру, происходит путем оптимизации весов синапсов. По-видимому, биологические нейронные сети используют значительно более сложную систему переработки когнитивной информации, где основную роль играют малоизученные пока что внутриклеточные молекулярные механизмы, а не модификации синапсов.

Но можем ли мы отталкиваться в своих эпистемологических выводах от аналогии между работой нашего мозга и работой компьютера — пусть даже и исключительно мощного, состоящего из искусственных нейронных сетей, включающих несколько миллионов параллельно работающих вычислительных устройств, формальных нейронов? Конечно, наш мозг обладает преимуществами и цифровых, и нейронных компьютеров. Но каковы границы этой аналогии, даже если согласиться с правомерностью выдвигаемого здесь тезиса, что и наш мозг — этот естественным образом возникший в ходе нейроэволюции орган, обеспечивший наше выживание, — и созданный человеком компьютер действительно перерабатывают информацию? Ведь если наш мозг перерабатывает когнитивную информацию аналогично компьютеру, то это предполагает, что процессы переработки в нем генетически управляются хотя бы частично, так как невозможно представить себе компьютер, успешно выполняющий те или иные интеллектуальные задачи, работа которого вообще не управлялась бы установленными программами. Но означает ли это, что (подобно тому как это имеет место в компьютере) адаптивно ценные изменения в переработке информации когнитивной системой человека не оказывают никакого обратного воздействия на генетическую информацию, управляющую ее работой, и в силу этого вообще не влияют на эволюцию мозга, на нейроэволюцию?

Еще полвека назад многие исследователи полагали, что в силу адаптивной пластичности нервной системы организмов, обладающих способностью к обучению, эти организмы как бы «ускользают» от действия естественного отбора по

когнитивным функциям на свой индивидуальный фенотип. Получалось, что их *когнитивные функции оказываются вне действия механизмов биологической эволюции*. Мозг рассматривался как орган, нуждающийся в участии генов, генетической информации только для своего построения, эмбрионального развития. Оказывалось, что для его дальнейшей работы, для выполнения им когнитивных функций генетическая информация вообще не нужна. Сформировавшись, взрослый мозг начинает функционировать подобно компьютеру, в котором происходит быстрая передача электрических сигналов, управляемые программами процессы переработки информации и т. п. Мозг может использовать лишь то, что было заложено в его развитии, он может реализовывать лишь те управляющие когнитивные программы и метапрограммы, которые были «инсталлированы» биологией в ходе его эмбрионального роста, и не способен к их обновлению, влияющему на когнитивное развитие, а уж тем более к когнитивной эволюции.

Вплоть до последних десятилетий нейробиологи действительно не имели никаких прямых экспериментальных данных, свидетельствующих о наличии молекулярных связей между выполнением мозгом своих когнитивных функций и эволюцией. Правда, в пользу таких связей имелись весьма веские общетеоретические соображения, поскольку предположение о том, что работа центральной нервной системы человека абсолютно не контролируется генетически, многим биологам казалось неправдоподобным. К тому же, исследуя когнитивные аномалии (например, синдром Тернера, который влечет за собой когнитивные проблемы, связанные с ориентацией в пространстве), генетики обнаружили убедительные примеры того, как хромосомные aberrации (т. е. численные и структурные нарушения X- и Y-хромосом) негативно влияют на работу когнитивной системы человека¹⁰.

Только сравнительно недавно в результате соответствующих исследований в молекулярной нейробиологии было

¹⁰ См.: Фогель Ф., Мотульски А. Генетика человека. Т. 3. С. 94.

экспериментально обнаружено, что обмен электрических сигналов, *электрическая активность в мозге протекает не только на поверхности нервных клеток (синапсов), но и уходит в глубь клеток*. Эта активность включает молекулярные каскады передачи электрических сигналов от поверхности нейронов в цитоплазму и ядро, где локализованы хромосомы и гены. Отталкиваясь от полученных экспериментальных результатов, можно было предположить, что гены должны принимать участие в процессах переработки мозгом когнитивной информации, в выполнении мозгом когнитивных функций, в том числе в работе мышления, в механизмах обучения, запоминания и т. д.¹¹

С середины 80-х гг. прошлого века, используя новые методы генетического маркирования, нейробиологи стали предпринимать систематические попытки поисков ген, которые могли влиять на когнитивные процессы. Их пристальное внимание привлекли *структурные* гены, обеспечивающие рост и дифференциацию клеток, т. е. гены, ответственные за развитие организмов. Оказалось, что некоторые из этих («замолкающих» после выполнения своих задач) генов вновь

¹¹ Надо сказать, что еще в 1896 г. американский биолог Дж. Болдвин высказал предположение, что приобретенные в результате обучения навыки при определенных условиях могут в дальнейшем стать наследуемыми. Согласно Болдвину, на первом этапе некоторые особи из популяции оказываются способными изобрести и обучиться полезному навыку, который значительно увеличивает их приспособленность. Увеличение приспособленности способствует увеличению численности потомков этих особей в составе будущих популяций. Однако обучение требует энергетических затрат и времени. Поэтому возможен второй этап — этап генетического закрепления (ассимиляции), когда в результате генетических мутаций полезный навык как бы непосредственно «записывается» в геном и становится наследуемым. Болдвин, как и другие его современники-биологи, естественно, исходил из предположения, что адаптивно ценный навык является фенотипическим признаком и что существует исключительно высокая корреляция между фенотипом и генотипом. См.: Baldwin J. M. A New Factor in Evolution // American Naturalist. Vol. 30.

подключаются к работе мозга при столкновении организмов с когнитивными проблемами (которые требуют, например, запоминания, обучения или новых мыслительных стратегий), выполняя при этом функции *генов-регуляторов*¹². Они синхронно активизируются в миллионах нервных клеток, вовлеченных в реализацию соответствующих когнитивных функций. Конечно, гены-регуляторы не в состоянии *необратимым образом* изменить свойства (в том числе и логические) нервных клеток мозга, оказать необратимое влияние на передачу электрических сигналов (информации) через синапсы. Но они могут это делать *временно*, в течение довольно длительного периода, внося коррективы в репертуар работы клеток, меняя их свойства, влияя на передачу информации и т. п. благодаря своему участию в синтезе белков, которые возвращаются к ядру клетки. Они включают и выключают десятки других генов, управляют фенотипическими свойствами клеток, выступая в качестве триггера, запускающего эти процессы.

Таким образом, под воздействием когнитивных событий и проблем, влияющих на выживание (например, требующих обучения новому навыку, запоминания, новых мыс-

¹² Как было установлено, структурные гены, в которых закодирована информация, необходимая для синтеза белков, занимают меньшую часть ДНК человека. В остальной, большей части ДНК расположены неэкспрессируемые участки, где локализованы гены-регуляторы (или информационные гены). Эти гены активны только в тех случаях, когда их экспрессия оказывается необходимой, остальное время они выключены. Их основной функцией в активном состоянии является включение и выключение работы структурных генов. Мутации структурных генов приводят к синтезу измененных белков, что ведет к появлению у организмов новых признаков. В хромосомах гены расположены в линейном порядке, они могут рекомбинировать друг с другом во время мейоза — клеточного процесса, который предшествует образованию половых клеток. Создаваемое во время мейоза разнообразие генотипов (т. е. полного набора генов) огромно, и большая часть этого разнообразия сохраняется, несмотря на действие механизмов естественного отбора.

лительных стратегий и т. д.), генетические свойства клеток головного мозга могут меняться на длительный период. Но если подобного рода когнитивные ситуации часто повторяются на протяжении жизни нескольких поколений (например, в случае существенных изменений окружающей среды — при переходе отдельных популяций людей от охоты и собирательства к сельскохозяйственному производству, при массовой миграции сельского населения в города и т. п.), то, как полагают некоторые исследователи, в результате мутаций и рекомбинаций структурных генов, ответственных за развитие мозга, и действия естественного отбора по когнитивным функциям происходит запуск работы новых генов развития, выполняющих ту же самую или аналогичную функцию, что и те гены, которые ранее включались только временно в ответ на возникавшую когнитивную проблему¹³. (А эти функции — функции регулирования и развития, — как уже отмечалось, могут выполнять одни и те же структурные гены — гены развития.) В результате *в новых нервных клетках происходит генерация необратимым образом таких же (или сходных) свойств, которые только временно возникали в старых клетках благодаря действиям генов развития, выполнявших регулятивную функцию*. Иными словами, благодаря воздействию событий окружающей среды, требующих адаптивных изменений в когнитивной системе, возникают эволюционные изменения в морфологии мозга отдельных особей. Эти морфологические изменения, видимо, сводятся к порождению новых нейробиологических (нейрофизиологических) «устройств», обеспечивающих материальные системные условия адаптивно ценным новациям на информационном (когнитивном) уровне. Они варьируют логические свойства нейронов, групп нейронов и нейронных сетей, позволяя когнитивной системе генерировать и запускать но-

¹³ См.: Анохин К. В. Обучение и память в молекулярно-генетической перспективе // Двадцатые Сеченовские чтения. М., 1996; Анохин К. В. Психофизиология и молекулярная генетика мозга // Основы психофизиологии / Ред. Ю. К. Александров. СПб., 2001.

вые когнитивные программы (и метапрограммы), которые дают их обладателям какие-то селективные преимущества в решении соответствующих когнитивных проблем. В силу генетической обусловленности адаптивно ценных эволюционных изменений в морфологии мозга происходит их закрепление естественным отбором, они могут постепенно привести к статистическому преобладанию в популяциях новых индивидуальных фенотипов, а тем самым и включаться в дальнейшую эволюцию генотипа¹⁴.

Если суммировать вышеизложенное, то нетрудно прийти к выводу, что процессы когнитивного развития мозга не прекращаются вместе с завершением его формирования.

¹⁴ По-видимому, подобного рода генетические механизмы могут обеспечить постепенную смену в человеческих популяциях доминирующего когнитивного типа мышления, т. е. переход от пространственно-образного к статистически преобладающему знаково-символическому (логико-вербальному) мышлению. Историки (которые обычно либо игнорируют, либо не уделяют достаточного внимания эволюции менталитета человеческих популяций) иногда все же фиксируют нарастание сугубо когнитивных проблем, которые действуют на протяжении жизни нескольких поколений в качестве участвующих в отборе *постоянных факторов окружающей среды*. Характерным примером могут служить новые реалии рыночной экономики, с которыми столкнулось растущее население западноевропейских городов в эпоху позднего Средневековья. Как отмечает Ф. Бродель, французский историк школы «Анналов», эти реалии заставляли людей (в подавляющем большинстве своем — абсолютно неграмотных) *угиаться считать*, так как неумение считать создавало дополнительные *трудности для выживания*. «Повседневная жизнь — это обязательная школа цифр: словарь дебета и кредита, натурального обмена, цен, рынка, колеблющихся курсов денег захватывает и подчиняет любое маломальски развитое общество. Такие технические средства становятся тем наследием, которое в обязательном порядке передается путем примера и опыта. Они определяют жизнь людей день ото дня, на протяжении всей жизни, на протяжении поколений и веков. Они образуют окружающую среду человеческой истории во всемирном масштабе» (Бродель Ф. Структуры повседневности: возможное и невозможное. М., 1986. С. 507—508).

Наш мозг (разумеется, до наступления почтенного возраста) постоянно находится в состоянии «перестройки» с участием генов развития, выполняющих функции генов-регуляторов. Он реагирует на повторяющиеся когнитивные ситуации, влияющие на выживание, создает и запускает новые когнитивные программы. И наконец, реагируя на давление окружающей среды по когнитивным функциям на протяжении жизни нескольких поколений, наш организм оказывается вынужденным «обновлять» набор структурных генов, которые принимают участие в формировании и развитии мозга, биологически закрепляя достижения когнитивной эволюции. В этом принципиальное отличие человеческого мозга от современных компьютеров, которые, хотя и обладают способностью к самообучению, пока что не могут подкрепить без помощи человека свою «когнитивную эволюцию» эволюцией собственного «железа».

Таким образом, если наш мозг действительно обрабатывает когнитивную информацию, если процессы обработки информации мозгом генетически контролируются, а кроме того, существуют механизмы обратного воздействия работы когнитивной системы на гены, управляющие ее функционированием, то *современная эволюционно-информационная эпистемология вполне может отталкиваться от предположения, что эволюция человека, эволюция нейронных систем его мозга (нейроэволюция) продолжается*, что эта эволюция сопряжена главным образом с адаптивно ценными изменениями в когнитивной системе человеческих популяций, с изменениями в процессах переработки когнитивной информации. Благодаря вовлеченности, непосредственному участию генов в выполнении мозгом своих когнитивных функций обеспечивается закрепление достижений когнитивной эволюции в геноме человеческих популяций. Конечно, исследователям еще многое предстоит выяснить: каким образом молекулярно-генетические процессы в клетках (нейронах) и изменения в нейроструктурах взаимосвязаны с информационными процессами, как на основе этих взаимосвязей возникают и генетически закрепляются адаптивно ценные

сдвиги в процессах переработки мозгом когнитивной информации — например, в доминирующих мыслительных стратегиях, в формах внутренних ментальных репрезентаций, в механизмах памяти, обучения и т. д. Конкретные ответы на эти и подобного рода вопросы, возможно, будут получены уже в самом ближайшем будущем. Для всех без исключения направлений современной эпистемологии, исследующей общие закономерности человеческого познания, исключительный интерес представляет *сам факт продолжающейся когнитивной эволюции человеческих популяций при угасании генов*, который теперь уже не вызывает каких-либо сомнений. Признание этого факта и вытекающих из него следствий, а также трансляция соответствующих знаний в другие области духовной культуры в перспективе приведет к радикальным изменениям в наших представлениях об эволюции познания и факторах, влияющих на когнитивный, социальный и культурный прогресс человечества.

Итак, когнитивная эволюция *Homo sapiens sapiens* — это прежде всего эволюция его когнитивных способностей, обеспечивающих информационный контроль окружающей среды и внутренних когнитивных состояний человека, а тем самым и выживание человеческих популяций. Хотя познание требует немалых усилий и напряженного труда, благодаря когнитивной эволюции все наши знания развиваются частично без нашего сознательного участия в силу естественной смены поколений и появления популяций — носителей новых адаптивно ценных способов переработки когнитивной информации, новых когнитивных способностей, нового менталитета.

3.3. Социокультурная среда как селективный фактор когнитивной эволюции человека

Вопреки опасениям многих ученых-гуманитариев, современные теоретические представления о продолжающейся биологической (когнитивной) эволюции человеческих

популяций никоим образом не элиминируют и не умаляют значение социокультурных факторов в их историческом развитии. Конечно, эти представления заставляют внести существенные коррективы в общую теоретическую картину исторического развития — она становится куда более сложной и многофакторной, чем это имеет место с точки зрения идеальных моделей линейного социального прогресса абстрактного человечества, которые игнорируют реальное социокультурное многообразие сосуществующих на нашей планете человеческих популяций и этнических групп, находящихся на различных этапах когнитивной и социокультурной эволюции. Биологическая эволюция оказывается не просто полезной метафорой или аналогией социокультурной эволюции¹⁵, а исключительно важной интегральной компонентой наших взглядов на социальный прогресс. В то же время современные эволюционные представления дают весьма четкое понимание того, что социальная политика далеко не всемогуща — она не в состоянии «отключить» действие биологических, когнитивных факторов, полностью освободиться от давления императивов, обусловленных сформировавшимся в ходе биологической эволюции когнитивным уровнем популяций. Когнитивная эволюция обладает своей собственной временной размерностью, своей стрелой времени, которая не поддается существенной корректировке социальной политикой на относительно коротком историческом этапе. Поэтому довольно многочисленны попытки в истории народов нашей планеты радикально реконструировать общественное устройство в соответствии с разным рода абстрактными проектами, отвечавшими, казалось бы, самым высоким идеальным устремлениям, оказывались в конечном итоге несостоятельными социальными утопиями. Революционный фанатизм, базирующейся на безусловной вере в истинность абстрактных социальных идеалов, в историческом плане, с точки зрения современных эволюционных представлений, абсолютно бесперспективен. Ни массо-

¹⁵ Более подробно об этом см.: Огурцов А. П. Биологические метафоры, в которых живет культура // Биология и культура. М., 2004.

вый террор, ни даже геноцид десятков миллионов людей, объявленных биологически или социально «неполноценными», не могут «освободить» человеческие популяции от «гнета» их собственной эволюционной истории. Достигнутый популяциями в ходе своей предшествующей когнитивной эволюции уровень естественным образом ограничивает не только «экспорт революции» (независимо от того, является ли она «исламской» или «пролетарской»), но и «экспорт демократии», которая также требует наличия соответствующих когнитивных предпосылок. Оказалось, что даже если Бога нет, то далеко не все «разрешено»!

В ходе биологической эволюции гоминид сформировались исходные когнитивные способности и поведенческие характеристики *Homo sapiens sapiens*, которые послужили предпосылками возникновения духовной культуры (примитивных культов и простейших форм мировоззрения) и открыли простор для дальнейшей социокультурной эволюции человеческих популяций. Духовная и материальная культура в огромной степени увеличила приспособленность людей и обеспечила их выживание. Эволюция культуры и крупномасштабные социальные изменения (связанные, в частности, с появлением сельскохозяйственного производства, которое повлекло за собой резкое увеличение численности населения, возникновение городов и государственной власти и т. д.), естественно, не могли отменить действие механизмов естественного отбора. Но благодаря достижениям в социальном и культурном развитии человеческих популяций возникает новая окружающая среда (социокультурная и природная), которая, в свою очередь, порождает *новые факторы естественного отбора*, обеспечивающие селекцию адаптивно ценных фенотипических признаков, относящихся прежде всего к когнитивному развитию. Кроме того, в ходе социокультурной эволюции происходит *ослабление естественного отбора по одним признакам и усиление по другим*¹⁶.

¹⁶ Подробнее об этом см.: Меркулов И. П. Эпистемология. Т. 1. С. 99–120.

В силу генетических мутаций и огромного многообразия факторов естественного отбора на любом этапе исторического развития существовали и продолжают существовать определенные когнитивные различия между популяциями, этническими группами, социальными слоями и отдельными индивидами. Социальная дифференциация в современных постиндустриальных обществах в значительной мере обуславливается индивидуальными когнитивными различиями. Племенные и семейные связи, географические условия, национальность, культурные, социальные и экономические факторы и т. д. также вызывают расслоение человеческих популяций. Браки между людьми, принадлежащими к одному и тому же социальному слою, случаются гораздо чаще, чем между людьми, относящимися к разным слоям. Когнитивные различия между популяциями и социальными слоями внутри популяций могут быть весьма значительными и даже крупномасштабными, как, например, между современными цивилизованными популяциями и малочисленными современными первобытными популяциями, ведущими образ жизни охотников и собирателей. Ясно также, что селективные факторы, влияющие на когнитивную эволюцию человеческих популяций, проживающих в больших городах, существенно отличаются от селективных факторов, воздействующих на когнитивную эволюцию жителей сельской местности, хорошо адаптированных к медленно меняющейся на протяжении веков окружающей среде. Повседневная жизнь в крупном городе гораздо в большей степени регламентирована формальными и неформальными правилами поведения, обеспечивающими совместное проживание сотен тысяч и даже миллионов людей на сравнительно небольшом пространстве. Город предъявляет свои требования к когнитивной системе — к образованию, к умению читать, считать и запоминать полезную информацию, ориентироваться в пространстве улиц и площадей. Жители крупных городов должны адаптироваться к новому для них стилю общения, к работе в больших коллективах, они должны в

большей мере полагаться на свои силы и способности и не всегда могут рассчитывать на поддержку близких родственников и т. д. Таким образом, переселение в город требует адаптации к гораздо более сложной окружающей среде, выступающей источником новых для людей селективных факторов естественного отбора. Задача адаптации решается в ходе дальнейшей когнитивной эволюции популяций, которая ведет к постепенной смене доминирующего когнитивного типа мышления, к преобладанию аналитических мыслительных стратегий. Эта эволюция влечет за собой изменения уровня сознательного контроля высших когнитивных функций, развитие соответствующих видов памяти и других тесно интегрированных с мышлением когнитивных способностей.

Итак, благодаря развитию культуры (науки, техники, технологии, средств коммуникации и т. д.) люди становятся способными в несоизмеримо большей степени, чем животные, *изменять окружающий мир и тем самым создавать новые факторы естественного отбора и биологической (когнитивной) эволюции*. Любой значимый прогресс в культурной и социальной эволюции ставит людей перед необходимостью адаптации к новой социокультурной среде. В силу этого культурная эволюция оказывает сильное селекционное давление на биологическую (когнитивную) эволюцию человеческих популяций. Прогрессивные сдвиги в когнитивной эволюции популяций, новый уровень когнитивного развития людей, в свою очередь, выступают в качестве необходимых предпосылок их дальнейшей культурной и социальной эволюции. Через механизмы биологической (когнитивной) эволюции социокультурная среда оказывает опосредованное воздействие на эволюцию когнитивной системы людей, на эволюцию их сознания, его информационного содержания (мировоззрения), на эволюцию обыденного и научного познания.

Таким образом, современные представления о продолжающейся биологической (когнитивной) эволюции чело-

веческих популяций, по-видимому, позволяют избежать релятивистских крайностей сугубо социологического подхода к социальному прогрессу. Не умаляя значение социокультурных факторов в историческом развитии, эти представления в то же время дают достаточно четкое понимание многообразных и весьма сложных механизмов их взаимодействия с биологической (когнитивной) эволюцией человеческих популяций.

Глава IV

ВОСПРИЯТИЕ

Изначально человеческое познание имеет чувственную природу. Наше знакомство с окружающим миром основывается в первую очередь на восприятии.

Все, что мы знаем о мире, поступает к нам через органы чувств. Мы можем узнать лицо своего товарища практически мгновенно, и для этого нам нет необходимости разглядывать его целиком — достаточно лишь мельком увидеть профиль или затылок. Мы в состоянии распознать сотни оттенков различных цветов и, возможно, более 10 000 запахов. Мы чувствуем легкое прикосновение травинки и слышим слабый шелест листвы. Все это кажется нам легким и естественным. Однако для того чтобы видеть, слышать, распознавать запахи, ощущать вкус, чувствовать прикосновение и т. д., необходима скоординированная работа миллиардов нервных клеток, передающих срочные сообщения по информационным каналам и контурам обратной связи в наш мозг, который создает и перерабатывает когнитивную информацию. Только сравнительно недавно исследователи приступили к изучению и дешифровке этих многообразных информационных процессов.

4.1. Эволюция эпистемологических взглядов на восприятие

В истории эпистемологии анализ восприятия был впервые проведен Платоном. Он полагал, что восприятие не является видом познания, так как оно способно воспроиз-

дить лишь ускользающий от определения текучий мир материальных вещей. Позднее Аристотель высказал предположение, что человеческий разум воздействует на чувственное восприятие объектов. В XVIII в. успехи механики позволили разработать механистическую модель восприятия, возникновение которого объяснялось как результат действия механических свойств материальных объектов на органы чувств. С позиции механистической теории восприятия была сформулирована одна из центральных проблем классической эпистемологии — проблема так называемых «первичных» и «вторичных» качеств (Д. Локк). Вопрос о том, участвуют ли в работе восприятия только приобретенные знания или оно управляется врожденными идеями либо априорными принципами, оставался в классической эпистемологии постоянной темой дискуссий между эмпириками-сенсуалистами (Д. Локк, Д. Беркли, Д. Юм, Д. С. Милль) и рационалистами (Р. Декарт, Г. Лейбниц, И. Кант, неокантианцы) вплоть до второй половины XIX в.

После возникновения психологии как экспериментальной дисциплины многие исследователи сконцентрировали свои усилия на изучении мысленных репрезентаций. Механизмы восприятия впервые стали предметом специальных исследований в конце XIX в., в частности, психологи пытались экспериментально определить время, требуемое для восприятия изображений. Однако отсутствие технических устройств, позволяющих получать надежные экспериментальные данные о функционировании мозга, обусловило довольно длительное господство бихевиоризма в психологии первой половины XX в., который по принципиальным соображениям отказывался от исследований когнитивных процессов, ведущих к формированию внутренних мысленных репрезентаций, перцептивных образов и восприятий. Бихевиоризм рассматривал эти репрезентации и когнитивные состояния только как некие гипотетические, промежуточные «переменные», опосредующие воздействие стимула на реакцию и в силу этого не представляющие интереса для экспериментального изучения.

Несопоставимо большой вклад в исследование когнитивных структур восприятия внесла гештальтпсихология. Представители этого направления — М. Вертгеймер, В. Келлер, К. Коффка, К. Левин и др. — исходили из предположения, что сложные психологические феномены нельзя разложить на простые ментальные компоненты (структурализм) или цепи стимул-реакция (бихевиоризм). Они доказывали, что адекватное объяснение интеллектуального поведения требует ссылки на внутренние состояния психики и врожденные высокоинтегрированные когнитивные структуры, которые формируют наш перцептивный опыт и знание о мире. Свои гипотезы гештальтисты стремились подкрепить экспериментальными данными — например, феноменом стробоскопического движения, — полученными в психологии восприятия и мышления. Согласно их взглядам, наше перцептивное восприятие является целостным, активным и конструктивным процессом, строящимся на динамическом отношении между двумя элементами — воспринимаемой формой (структурой, гештальтом) и фоном (полем восприятия). Форма всегда доминирует, оставаясь при этом неразрывно связанной с менее четко воспринимаемым фоном, на котором она выделяется. Так как целостность восприятия — это функция нашей когнитивной (перцептивной) системы, то интенция наблюдателя спонтанно связывает форму и фон. Гештальтисты открыли лежащий в основе восприятия закон «хорошей формы», названный Вертгеймером «законом прегнантности», который, по его мнению, предрасполагает к выбору наиболее простых, четких, упорядоченных и осмысленных форм.

С конца 50-х гг. прошлого века формирование когнитивной психологии, использующей модели переработки информации, положило начало интенсивному разворачиванию исследований когнитивных процессов, в том числе механизмов извлечения сенсорных данных, распознавания образов, памяти, мышления и т. д. Развитие кибернетики, теории коммуникации, теории информации и лингвистики, а также важнейшей области когнитивной науки — исследова-

ний искусственного интеллекта — заставили пересмотреть основные представления психологов первой половины XX в. о процессах переработки когнитивной информации, ведущих к формированию восприятий. Революционные открытия в молекулярной биологии и нейронауках в конце XX в. позволили ученым более точно проанализировать работу сенсорных нейронов вплоть до уровня отдельных генов и белков (протеинов) и обнаружить, какие гены и белки вовлечены в процессы передачи сенсорных сигналов, каким образом информация о сенсорных стимулах создается, передается в мозг к церебральной коре и как эта информация кодируется.

4.2. Как работают наши органы чувств

Эффективность поведения живых существ зависит от их когнитивных способностей извлекать сигналы из окружающей среды, получать информацию о своих собственных состояниях и обнаруживать корреляции между сенсорными данными. Для того чтобы выжить, они должны соответствующим образом отбирать, интерпретировать и перерабатывать сенсорные сигналы, создавая на их основе когнитивную информацию об окружающей среде. Эту информацию необходимо также соотнести с соответствующей информацией о себя как обитающем в данной среде живом существе, т. е. с *результатами самовосприятия, которое непосредственно сопряжено с центрами управления когнитивными функциями и адаптивным поведением.* Сенсорные сигналы организмы получают при помощи органов чувств, которые могут реагировать на температуру, свет, давление, электрический ток, силу тяжести, различные химические вещества и т. д. Органы чувств способны распознавать множество входных сенсорных сигналов, причем только некоторые из изменений в чувствительных нервных клетках подвергаются специальной обработке в их когнитивной системе (мозге).

Именно эти изменения становятся затем воспринимаемыми, они интерпретируются и перерабатываются как когнитивная информация о внешнем мире и, если речь идет о человеке, осознаются. При этом транслируемые сообщения многократно перекодируются: например, фиксированный в пространстве и времени оптический сигнал (световая вспышка) кодируется в разность электрических потенциалов, а затем перекодируется в ионный сдвиг, химические реакции, поляризацию мембран, электрический нервный импульс и т. д. В ходе такого многократного перекодирования сенсорная информация весьма существенно изменяется — искажается, отбирается, сжимается, усиливается, абстрагируется и даже уничтожается. В ее переработке, как правило, в той или иной степени участвуют когнитивные программы, управляющие работой высших способностей — внимания, памяти, мышления.

Эта схематичная картина переработки сенсорных сигналов когнитивной системой в целом применима и к человеку. Внешняя поверхность человеческого тела обменивается энергией с окружающей средой. Объекты и события окружающей среды обнаруживаются нашей сенсорной системой и нашим мозгом, который при этом исходит из простого естественного предположения, что во внешней среде имеется только один источник освещения и что свет от него идет сверху. Традиционно мы думали, что у нас есть только пять органов чувств: зрение, слух, осязание, обоняние и вкус. Однако недавно выяснилось, что мы обладаем несколькими дополнительными видами чувств, такими как болевые ощущения, ощущение давления, температуры, движения, положения суставов и мышечное чувство, которые теперь обычно включают в тактильные ощущения. Если интенсивность внешних стимулов выше определенного порога, тогда происходит активизация чувствительных рецепторов. Наша сенсорная система в первую очередь настроена на обнаружение *изменения* стимулов, наши нервные рецепторы «жадны» до новостей. Стационарные или не изменяющиеся объекты окружающей среды почти не привлекают нашего вни-

мания, они становятся для нас частью зрительно воспринимаемого пейзажа. Привычные звуки оказываются фоном и в большинстве своем также игнорируются. Изменения в окружающей среде выступают для нашей когнитивной системы *информационным сигналом опасности или ускользающей возможности*. Как элемент информационного контроля окружающей среды этот сигнал имеет исключительно важное приспособительное значение для выживания.

Наша сенсорная система преобразует воздействия стимулов, поступающих из внешней среды, в электрохимическую нервную энергию. Нейроны рецепторов реагируют на свет, на колебания воздуха, на молекулы запахов и другие стимулы. В каждой сенсорной подсистеме они имеют дело с различными видами энергии — электромагнитной, механической или химической. Нервные клетки рецепторов отличаются друг от друга по составу протеинов (белков), но все они выполняют одну и ту же работу — преобразуют поступающие из окружающей среды стимулы в *электромеханический нервный импульс*, который является общим, универсальным «языком» мозга. Данные о сенсорных стимулах поступают сначала на своего рода ретрансляционную станцию, которая расположена в таламусе, центральной структуре мозга, управляющей кортикальным ритмом. Затем эти данные передаются в первичные сенсорные области в коре полушарий мозга (здесь каждое чувство представлено своей областью), где они подвергаются изменениям¹. Лишь после

¹ Различные сенсорные области являются локализованными участками сенсорной карты тела, которая простирается вертикально через кору головного мозга. Впервые сенсорная карта была составлена канадским нейрохирургом В. Пенфилдом в 30-е гг. прошлого века. Перед тем как оперировать своих пациентов, страдавших эпилепсией, Пенфилд стимулировал различные зоны их мозга с помощью электродов для того, чтобы локализовать местоположение соответствующих нервных клеток (нейронов). В результате ему удалось обнаружить, в какой области мозга представлена часть тела, которой касались или двигали. Сенсорная карта не отражает точно размер частей тела, а главным образом их чувствительность. Плечи и ноги

этого информационные сообщения пересылаются в области мозга, управляющие высшими когнитивными функциями. На протяжении всего этого пути, по которому путешествуют сообщения органов чувств, наш мозг выясняет смысл транслируемых сенсорных данных, он устанавливает, что означают эти сообщения, и дает им интерпретацию, преобразуя их в *когнитивную информацию*.

Конечно, только некоторые из изменений в чувствительных нервных клетках рецепторов обрабатываются как сигналы. Большая часть поступающих извне стимулов отфильтровывается, некоторые изменяются, иные усиливаются, дополняются, «дообраиваются» и т. д. Огромное число факторов влияет на процессы обработки сенсорных сигналов, на их интерпретацию и создание когнитивной информации. Так, например, когнитивная система учитывает сигналы, поступающие из других частей мозга, общее состояние возбуждения, общие цели, она привлекает хранящиеся в памяти знания, полученные в результате предшествующего обучения. Сигналы какой-то специфической сенсорной области могут помогать другим частям мозга поддерживать возбуждение, формировать перцептивный образ о положении тела наблюдателя в пространстве (являющийся непрерывным элементом нашего самовосприятия и перцептивного самосознания) или регулировать движение. Большие популяции сенсорных нейронов сдвигаются и работают вместе в мозге, чтобы сделать возможными эти исключительно сложные взаимодействия, которые позволяют нам воспринимать мир унифицированным образом. Сенсорные нейроны соединяются и обмениваются информацией с моторными системами, которые управляют нашими действиями.

Но что делает наша когнитивная система со всей этой информацией, которую она создает на основе сенсорных

представлены в сенсорной карте в виде весьма незначительной пространственной области, несмотря на их длину. Напротив, лицу и кистям рук, которые обладают высокой чувствительностью, отводится в ней гораздо большее пространство — особенно кончикам пальцев.

данных, получаемых по различным информационным каналам? По-видимому, наш мозг (хотя бы отчасти) функционирует как своего рода динамический процессор, обрабатывающий образцы и категории. Он распознает, какие образцы и категории работают вместе со специфическим стимулом наиболее оптимальным образом на каждом отрезке, на каждом этапе переработки когнитивной информации. Компьютерное моделирование процессов переработки информации мозгом с помощью искусственных нейронных сетей показывает, как взаимодействие многих формальных нейронов продуцирует удивительно сложное когнитивное поведение. Так, например, оказалось, что искусственная сеть может научиться «воспринимать» трехмерную форму объектов, основываясь исключительно лишь на скудных сенсорных данных, касающихся их тени, независимо от местоположения источника света. Мы практически мгновенно узнаем лицо своего знакомого на основании того, как его черты сгруппированы друг с другом.

Перерабатываемая когнитивной системой человека сенсорная информация в конечном итоге преобразуется во внутреннюю репрезентацию воспринимаемых объектов и событий — в сложноорганизованный *перцептивный образ* (паттерн) — и частично осознается. Перцептивные образы (их иногда называют «иконами» или «отпечатками») возникают и сохраняются в скоротечной (кратковременной) иконической памяти, которая способна «суммировать» информацию в течение нескольких сот миллисекунд после прекращения действий сенсорных стимулов. Перцептивный образ обладает большой информационной емкостью и представляет собой когнитивную (логическую) структуру, которая генерируется в результате буферизации когнитивной информации в иконической памяти. В силу информационной избыточности когнитивная система сталкивается с необходимостью отбора только строго определенной, адаптивно ценной информации об окружающей среде организмов, по-видимому, имеющей решающее значение для их выживания. Такой отбор позволил бы игнорировать всю осталь-

ную когнитивную информацию. Как это следует из теории информации, подобного рода задача может быть успешно решена, если иметь буфер с большой емкостью для хранения «сырой», необработанной информации, который был бы сопряжен с селективным фильтром, позволяющим извлекать из этого буфера только существенные данные.

Таким образом, на основе сигналов и сенсорных данных наша когнитивная система осуществляет своего рода «гипотетическую реконструкцию» структурных связей и положения дел в окружающей среде. Она прибегает к помощи своих внутренних структур, использующих для этой цели два типа процессов переработки когнитивной информации — «восходящую» и «нисходящую» переработку. «Восходящая» переработка ведет от сенсорной фильтрации к восприятию, она запускается сенсорными сигналами и управляется автоматическими когнитивными программами. Работа этих программ направляется генетически и практически не подвержена обучению или активному сознательному контролю. «Нисходящая», концептуально направляемая, переработка, имея дело с когнитивной информацией, *уже поступившей в поле восприятия*, в гораздо большей степени использует средства сознательного контроля. Эта переработка (частично) сознательно управляема и подчинена нашим целям и желаниям, в нее вовлечены хранящаяся в памяти культурная информация, накопленные знания. Осознание, сознательный контроль реально проявляется где-то только в первичной (кратковременной) памяти, позволяя в зависимости от желания и целей учитывать или игнорировать поступающую в поле восприятия когнитивную информацию.

Даже при весьма беглом знакомстве с работой нашей когнитивной системы, обеспечивающей генерацию восприятий, становится понятно, что возникающие внутренние репрезентации объектов и событий внешнего мира, перцептивные образы («иконы»), конечно же, не идентичны и даже *не изоморфны* физическим свойствам этого мира. В них содержится соответствующим образом «отформатированная» когнитивная информация, которая доступна для ин-

терпретации и понимания нашей когнитивной системой, т. е. для *соотнесения с самовосприятием и самосознанием*. Если воспользоваться компьютерной метафорой, то генетически контролируемые способности нашей когнитивной системы интерпретировать и понимать поступающую информацию в чем-то напоминают работу персонального компьютера, который может обрабатывать информационные сообщения, представленные только в числовой форме. При вводе в компьютер данных, документов, текстов программ и т. д. буквы кодируются определенными числами, а при выводе их для чтения человеком (на монитор или принтер) по каждому числу, т. е. коду символа, строится изображение символа. Информация может вводиться в компьютер также в виде изображений, рисунков, звуковых символов (речи), но опять же, для ее понимания и интерпретации этим интеллектуальным устройством она должна быть преобразована в числовую форму.

Генетически контролируемая многоуровневая переработка информации в когнитивной системе навязывает нам определенную субъективную интерпретацию перцептивных образов. Эти образы (осознанно или неосознанно) выступают для людей в качестве полноценных *заместителей реальности*, как «картины», *тождественные* воспринимаемой реальности. Исключительная адаптивная значимость восприятия, обеспечивающая информационный контроль и выживание человеческих популяций, можно сказать, биологически «встроена» в нашу когнитивную систему. Это находит субъективное выражение в нашей когнитивной уверенности в том, что чувства нас не обманывают, что наше восприятие мира является полным и исчерпывающим. Абсолютное доверие к показаниям органов чувств характерно для архаического, преимущественно пространственно-образного мировосприятия и мышления. Познать что-либо в архаическом смысле — это означает иметь непосредственный сенсорный контакт с объектом или событием, быть их очевидцем. Даже платоновский мир идей мог быть постигнут душами «избранных» только непосредственным обра-

зом — с помощью «умственного взора». Эволюция знаково-символического мышления с присущими ему аналитическими стратегиями переработки когнитивной информации постепенно повлекла за собой рефлексивную переоценку нашей безотчетной уверенности в беспорной правильности показаний органов чувств как единственного достоверного источника знаний. Исследования когнитивной системы людей показали, что на самом деле мы доверяем не столько показаниям наших органов чувств, сколько *нашему мозгу*, — именно мозг, собирая по крупичкам разрозненные сенсорные данные, сопоставляет, интегрирует и перерабатывает их в целостную, адаптивно убедительную перцептивную картину окружающей среды.

4.3. Когнитивные особенности восприятия как вида познания

В когнитивной науке (прежде всего в когнитивной психологии) восприятие обычно определяют как этап переработки когнитивной информации, связанный с обнаружением, извлечением и интерпретацией сенсорных стимулов. При этом предполагается, что «процесс познания можно разложить на ряд этапов, каждый из которых представляет собой гипотетическую единицу, включающую набор уникальных операций, выполняемых над входной информацией. Предполагается, что реакция на событие (например, ответ: «Ах да, я знаю, где эта выставка») является результатом серии таких этапов и операций (например, восприятия, кодирования информации, воспроизведения информации из памяти, формирования понятий, суждения и формирования высказываний). На каждый этап поступает информация для данного этапа операции»². Разумеется, дифференциация процесса познания на этапы по сути дела является лишь

² Солсо Р. Когнитивная психология. М., 1995. С. 31—32.

компьютерной метафорой, следствием применения в когнитивной психологии идеальной модели *последовательной* переработки информации. Плодотворность такой компьютерной метафоры на определенном этапе изучения человеческого познания сомнений не вызывает. Однако это, конечно, не означает, что наша когнитивная система в целом работает аналогично цифровому компьютеру, который способен только к последовательной, пошаговой переработке информации. Благодаря открытию когнитивных типов мышления и исследованиям особенностей переработки когнитивной информации правым и левым полушариями мозга стало ясно, что метафора цифрового компьютера в большей степени применима только к стратегиям нашего левополушарного, знаково-символического (логико-вербального) мышления. В силу этого ее использование в когнитивной науке в настоящее время ограничено сравнительно узким кругом частных задач.

В последние десятилетия были достигнуты весьма впечатляющие успехи в области создания искусственных интеллектуальных устройств, позволяющих решать задачи переработки огромных массивов сенсорной информации (например, распознавания образов, технического видения, координирования движений, оперирования нечеткими понятиями и т. д.). Создание таких устройств открыло новые возможности для успешного компьютерного моделирования отдельных видов когнитивного поведения. Кроме того, нейробиологам удалось проследить пути нейронных подключений (проверить реакции нервных клеток на отдельных этапах этих путей), транслирующих данные от органов чувств в различные области мозга и формирующих наши восприятия (например цвета, движения и т. д.). Полученные экспериментальные результаты нейробиологических и нейрокибернетических исследований дают основания полагать, что работа нашей когнитивной системы, ведущая к созданию перцептивных образов и их последовательностей — восприятий, гораздо в большей степени напоминает функционирование современных нейрокомпьютеров, используя

ющих принцип параллельной и распределенной обработки информации. Когнитивная информация в нашем мозге, скорее всего, не локализована в отдельных нейронах или нейронных узлах — действие сложных паттернов, возникающих в результате огромного числа нейронных соединений, распределено по относительно большим зонам коры полушарий. Отдельные сенсорные системы (зрительная, слуховая, тактильная и т. д.), базирующиеся на работе соответствующих зон кортекса, в значительной мере функционально дублируют друг друга, они взаимодействуют между собой, являясь элементом единой системы ориентировки и восприятия. Таким образом, механизмы восприятия, по-видимому, предполагают совместное и практически одновременное функционирование весьма сложных когнитивных структур. Извлекая сенсорные данные, реагируя на изменения сенсорных сигналов, они запускают и поддерживают многочисленные параллельно работающие когнитивные программы и метапрограммы.

Конечно, наше сознание, наш сознательный контроль не может существенно повлиять на процессы переработки когнитивной информации, ведущие от сенсорных фильтров к восприятию. Эти процессы управляются «встроенными» в нашу когнитивную систему когнитивными программами, которые сформировались и генетически закреплялись в результате предшествующей биологической (когнитивной) эволюции гоминидных и негоминидных предков человека. Нашему сознанию непосредственно доступны лишь относительно завершенные результаты работы когнитивных механизмов восприятия — перцептивные образы и их последовательности, — которые выступают для нас в качестве важнейшего инструмента информационного контроля окружающей среды, обеспечивающего выживание человеческих популяций. Однако непосредственная эмпирическая данность нашему сознанию последовательностей перцептивных образов позволяет нам аналитически вычленять *восприятие как относительно обособленную, автономно функционирующую когнитивную способность* и даже рассматривать его с эпис-

темологической точки зрения как *отдельный вид человеческого познания*. Разумеется, такое выделение весьма условно — когнитивные механизмы восприятия предполагают работу других когнитивных способностей, таких как, например, внимание, некоторые виды памяти и распознавание образов, восприятие не всегда можно дифференцировать от мышления и т. д. Поэтому вычленение восприятия как отдельного вида человеческого познания оправданно лишь в качестве полезного инструмента эпистемологического анализа.

С учетом вышеизложенного восприятие в первом приближении, по-видимому, можно определить как *способность когнитивной системы живых существ генерировать непрерывную последовательность внутренних репрезентаций — перцептивных образов — в результате непосредственного сенсорного контакта с объектами и событиями внешнего мира* и, если речь идет о человеке, их осознание.

Восприятие внешнего мира живыми существами неразрывно связано с их восприятием себя, т. е. самовосприятием: по словам американского психолога Дж. Гибсона, «восприятие внешнего мира влечет за собой самовосприятие того, где в этом мире находится наблюдатель, и самовосприятие его пребывания во внешнем мире на этом месте»³. Когнитивная информация, создаваемая на основе сенсорных сигналов из окружающей среды, непрерывно соотносится и координируется когнитивной системой с информацией о внутренних состояниях организма, продуцируемой комплексом его проприоцептивных внутренних реакций (эта информация позволяет, например, воспринимать свое положение в пространстве, эмоционально реагировать на это положение, на восприятие себя как действующего живого существа и т. д.), которая вносит весьма существенный вклад в перцептивную репрезентацию воспринимаемых объектов и событий и управление поведением организмов. По-види-

³ Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию. М., 1988. С. 286.

мому, когнитивные программы самовосприятия непосредственно участвуют в переработке сенсорной информации практически на всех более или менее высоких уровнях. Таким образом, разграничение на внутренний и внешний опыт весьма относительно и является сугубо аналитической характеристикой. Для живых организмов когнитивная информация о внешнем воспринимаемом мире — это интегральная составляющая их внутренних перцептивных репрезентаций, их внутреннего опыта, который, видимо, может лишь в весьма незначительной степени (благодаря главным образом научению) варьироваться у особей одной и той же популяции. В силу закрепленной в геноме популяций тесной интеграции когнитивных механизмов восприятия и самовосприятия этим особям доступны одни и те же инварианты, корреляции и изменения сигналов, извлекаемых из внешней среды, все они *внутренне репрезентируют и воспринимают одни и те же структуры внешнего мира*. Почему участие механизмов самовосприятия в работе когнитивной системы оказалось исключительно важным адаптивным приспособлением, обеспечивающим выживание организмов?

Эволюция поведения организмов тесно связана с изменениями в морфологии и эволюцией их когнитивной системы. Морфология и когнитивная система ограничивают поведенческие возможности конкретных видов животных как в отношении движений и манипуляций с объектами, которые они способны совершать (например, для того чтобы летать, необходимы крылья, а чтобы раскалывать орехи — кисти у конечностей), так и в отношении адаптивно ценной когнитивной информации, которую они способны создать и переработать. Огромным достижением биологической эволюции, видимо, оказалось обретенная многими сотнями миллионов лет назад живыми существами способность двигаться, перемещаться в пространстве. Первоначально эта локомоторная способность, видимо, была весьма ограниченной, она базировалась скорее всего на каких-то преадаптивных изменениях в морфологии организмов, которые обеспечили им относительно большую приспособленность и послужили

отправным пунктом дальнейшей биологической эволюции живых существ, уже обладавших морфологическими возможностями для перемещения в пространстве. Однако появление способных к движению организмов поставило перед их когнитивной системой ряд новых проблем, от решения которых напрямую зависела их адаптация и выживание. Можно предположить, например, что у этих организмов возникла необходимость в когнитивных программах, которые управляли бы механизмами восприятия в процессе движения (локомоции), позволили бы ориентироваться в пространстве, распознавать свое местоположение, запоминать места, т. е. хранить соответствующую информацию в кратковременной и долговременной памяти и т. д. Эти программы должны были обеспечить одновременно и экстероцепцию и проприоцепцию, восприятие окружающего мира и восприятие себя как движущегося наблюдателя в центре этого мира, непрерывное сканирование среды, базирующееся на самоощущениях своего тела. Конечно, самовосприятие организмов зависит не только от их физиологии, но и от контуров тел, анатомических особенностей — формы носа, головы и конечностей, которые также оказываются элементом поля восприятия. Если, например, животное перемещается в пространстве по поверхности земли, то оно не только видит те области окружающей среды, к которым движется, но и одновременно воспринимает свое тело как движущееся относительно этой поверхности — видит движение своих ног, повороты своей головы и т. д. Все поступающие проприоцептивные сигналы должны практически мгновенно сопоставляться, координироваться и интегрироваться когнитивной системой с экстероцептивными сигналами — от их совместной переработки зависит адаптивность восприятия, эффективность работы сопряженных с самовосприятием центров управления когнитивными функциями и поведением организмов, а следовательно, и их выживание.

Итак, обретение живыми существами способности к перемещению в пространстве, к локомоции обусловило эволюцию их восприятия и самовосприятия как инструмента

информационного контроля окружающей среды. Восприятие с позиции движущейся системы адаптивно приспособлено к локомоции, и оно предполагает участие когнитивных механизмов самовосприятия. Дальнейшая эволюция восприятия и самовосприятия, видимо, была связана с появлением у высших приматов способности к манипуляции объектами, которая развилась благодаря эволюционным преобразованиям морфологии передних конечностей, формированию кистей, пальцев и т. д. Исключительная ловкость и акробатическое мастерство обезьян, легко перемещающихся в поисках пищи в густых кронах деревьев тропических лесов, а также удивительная способность антропоидов (прежде всего шимпанзе) создавать простейшие орудия охоты (удочки для поимки термитов, дубинки и т. д.), приспособления для раскалывания орехов и т. д. — все эти весьма сложные формы адаптивного поведения возникли и закрепились в поведенческом репертуаре высших приматов лишь благодаря эволюции соответствующих когнитивных способностей, в том числе восприятия и самовосприятия. Несомненное преимущество дает обезьянам их цветное зрительное восприятие, оно позволяет им хорошо ориентироваться в тропическом лесу, находить пищу и избегать врагов (например, змей), имеющих защитную окраску. Кисти рук обезьян — это не только часть, продолжение их собственного тела, но и естественный инструмент восприятия. Они постоянно соприкасаются и *визуально соотносятся* с объектами внешнего мира. «Очертания и размер объектов воспринимаются фактически соотносимо с кистью как ухватистые или неухватистые, то есть с точки зрения тех возможностей, которые они предоставляют для манипуляции. Детеныши приматов учатся видеть объекты во взаимосвязи со своими руками»⁴. Неудивительно, что у шимпанзе и некоторых видов orangutanов восприятие себя, своего отличия от других достигает качественно нового когнитивного уровня — уровня перцептивного самосознания.

⁴ Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию. С. 318.

У многих животных когнитивные структуры самовосприятия достаточно развиты, они перерабатывают и интегрируют довольно большие массивы информации, касающейся, например, их инстинктивных потребностей (желаний), физического состояния (кровяного давления, температуры тела и т. д.), половозрастных характеристик, социального «ранга», статуса в стаде, генетически близкородственных связей с другими особями и т. д. С этими структурами, видимо, тесно сопряжены центры психосоматического управления внутренними физиологическими процессами и биологическими функциями. Например, собаки и кошки могут повышать или понижать частоту своего пульса, изменять режим функционирования почек, влиять на приток крови к правому или левому уху. Без относительно развитого самовосприятия и обретения его когнитивными структурами функции «осведомителя» и даже диспетчера центров управления когнитивными функциями и поведением живых существ, видимо, была бы невозможна их дальнейшая когнитивная эволюция, в том числе генерация новых когнитивных программ, положивших начало формированию мышления.

4.3.1. Восприятие цвета

Особый интерес для эпистемологии представляет наше *цветовое восприятие*. В истории философской мысли Нового времени механистические представления о свете, законах его отражения и преломления и т. д. служили основанием для разного рода эпистемологических предположений относительно процессов цветового восприятия, существования «первичных» и «вторичных» качеств и даже для разработки общих концепций человеческого познания, познавательного процесса в целом. Эти предположения стали эмпирически проверяемыми только во второй половине XX в., когда в результате создания новой экспериментальной техники, развития когнитивной науки и комплекса ней-

ронаук появилась возможность детально проследить процессы извлечения зрительных сигналов из окружающей среды и их переработку в цветное восприятие.

Данные нейробиологии и когнитивной науки дают основания полагать, что поле нашего зрительного восприятия разграничено по вертикали, хотя субъективно мы этого не ощущаем. Сигналы, поступающие в правое зрительное поле обоих глаз, обрабатываются только левым полушарием нашего мозга, а сигналы, поступающие в их левое зрительное поле, — только правым полушарием. Хотя сигналы, воспринимаемые правыми и левыми полями зрения, одни и те же, стратегии их переработки правым и левым полушариями различны. Раздельное извлечение зрительных сигналов правым и левым полушариями исключительно важна для высокоуровневой обработки когнитивной информации, позволяющей выявить корреляции и взаимосвязи между событиями, отношения между знаком и событием, причинно-следственные отношения и т. д.

Хотя окружающий мир мы зрительно воспринимаем как ясный, четкий, красочный, необходимо учитывать, что наш мозг создает такую информационную картину из обрывочных и весьма неполных сенсорных данных. Световые лучи, отражаемые зрительно воспринимаемым объектом, например разноцветным мячиком, попадают в глаз и проходят через хрусталик, который проектирует его перевернутое изображение на сетчатку (ретины) в задней части глаза. Сетчатка обладает нейронной организацией, которая трансформирует изображение, усиливает его контуры, она чувствительна к изменениям световых сигналов, к движению. Фотон света оказывает давление на одну из фоторецепторных клеток ретины и немедленно поглощается одной из миллионов белковых молекул. Фоторецепторные клетки бывают двух типов и различаются по своему внешнему виду — одни похожи на колбочку, другие напоминают конус. Колбочковидные клетки дают нам возможность видеть ночью даже при самом тусклом свете, они обладают максимальной светочувствительностью, могут реагировать на

одиночный фотон, но не участвуют в цветовом восприятии. Это восприятие полностью зависит от конусовидных клеток, локализованных главным образом в центральной ямке в середине сетчатки (fovea), единственной действительно четкой области нашего поля зрения. Эта ямка невелика — всего лишь около восьми угловых градусов в поперечнике. В ней помещаются только три буквы, если смотреть на книгу с расстояния 60 см. От центра к периферии сетчатки эта организация меняется, так как вне центральной ямки цветовых рецепторов немного. Поэтому сигналы, поступающие от остальной части сетчатки, иного качества.

Как только фотон света попадает на клетку сетчатки глаза, происходит немедленное превращение этого стимула (которое требует участия миллионов молекул различных белков и ферментов) в изменение ее электрического потенциала, т. е. в электрический сигнал. Затем продуцируемые колбочковидными и конусовидными клетками электрические сигналы начинают свой путь в мозг через зрительный нерв и достигают главной ретрансляционной станции, расположенной в таламусе. После этого они транслируются в соответствующую область первичной зрительной зоны коры головного мозга, а оттуда, развертываясь веером, поступают в «более высокие» области коры, где происходит переработка информации о таких характеристиках объектов, как их цвет, форма или движение.

Цветовое восприятие фактически зависит от взаимодействия трех типов конусовидных клеток — одни особенно чувствительны к диапазону электромагнитных волн красного цвета, другие — зеленого, третьи — синего. Каждая конусовидная клетка сетчатки человеческого глаза поглощает свет только одной из этих трех областей спектра. Собирая данные о свете, любая такая клетка в отдельности, однако, не в состоянии предоставить мозгу какие-то данные о цвете, а может сообщить лишь нечто о его интенсивности. Для того чтобы создать когнитивную информацию о цвете, мозг должен сравнить входные сигналы от различных типов конусовидных клеток, а затем сделать еще много других срав-

нений. Быстрая работа по оценке электромагнитных волн начинается в сетчатке глаза, которая имеет многослойную структуру. Сигналы от расположенных в первом слое конусовидных клеток, чувствительных к диапазонам волн красного и зеленого света, например, сравниваются специализированными, настроенными на индикацию «оппозиций» красно-зелеными клетками, которые локализованы во втором слое. Эти клетки вычисляют баланс между красным и зеленым светом, поступающим из соответствующей части визуального поля. Затем другие «противоположные» (синий/желтый, светлый/темный) клетки сравнивают сигналы от «голубых» конусовидных клеток с комбинированными сигналами, поступающими от «красных» и «зеленых» клеток.

Успешная вычислительная работа нейронных сетей мозга по сравнению и оценке зрительных сигналов в конечном итоге продуцирует нашу удивительную способность воспринимать цвета неизменными, константными в изменяющейся внешней среде. Цветовое постоянство — это наиболее важное свойство цветового восприятия. Цвет был бы весьма неполной характеристикой объектов и целей, если бы воспринимаемые цвета сдвигались в зависимости от различных изменяющихся внешних условий. Сравнивая цвет воспринимаемого объекта с окружающим его цветовым фоном, наш мозг способен не принимать в расчет длину волны освещающего источника света и реконструировать цвет этого объекта, как если бы он воспринимался при дневном свете. Секрет постоянства цветового восприятия, по-видимому, состоит в том, что наш мозг не определяет цвет объектов в отдельности, изолированно, а только на основе сравнения отраженных объектами длин волн и длин волн, поступающих от их окружения, фона. В розовых лучах утреннего света, например, желтый лимон отражает свет более длинной волны и поэтому может показаться оранжевым. Однако окружающие лимон листья также отражают более длинные световые волны. Мозг сравнивает эти два цвета и вносит поправки в цветовое восприятие, взаимно уничтожая «увеличение» длин волн.

До сих пор исследователи так и не пришли к согласию о том, где конкретно на путях передачи сообщений от сетчатки к коре полушарий происходит создание исчерпывающей цветовой информации. Конечно, эта информация создается за пределами сетчатки. В последние годы были получены довольно убедительные экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что за цветное постоянство ответственна соответствующая область первичной зрительной зоны, где локализована высокоорганизованная система нейронов для анализа контуров и пространственной ориентации объектов.

Люди с нормальным зрением воспринимают изменения длины световой волны как четыре основных цвета — красный, зеленый, синий и желтый — с различными сочетаниями в промежуточных зонах. Однако, как свидетельствуют показания приборов, на самом деле имеет место непрерывное изменение длины световой волны. Поэтому получаемая нами ясная, красочная с четкими контурами картина — это результат «вычислений» и «достройки», которые обеспечиваются генетически запрограммированными механизмами нашего визуального аппарата и мозга. Около 7% всех мужчин в современных цивилизованных популяциях и около 3% мужчин в современных первобытных популяциях не могут отличить красный цвет от зеленого или видят красный и зеленый цвета иначе, чем большинство людей. Цветовая слепота, однако, присуща только 0,4% женщин, которые, как и в случае гемофилии, генетически защищены от дальтонизма, поскольку они имеют две X-хромосомы. Нормальный ген в одной хромосоме может часто компенсировать дефектный ген в другой.

Физически видимый для нас свет — это только относительно небольшая часть широкого электромагнитного спектра, начиная от коротких волн и гамма-излучений до длинных радиоволн. Наши глаза восприимчивы только в диапазоне от 380 до 760 нм, а для восприятия цветов значение имеет область между 400 (фиолетовый) и 700 (красный) нм. К фиолетовому цвету примыкают ультрафиолетовое и рент-

геновское излучения, которые человеческим глазом не воспринимаются, но ощутимо воздействуют на человека: загар, ожог, мутации генов, слепота от снега. Красный цвет переходит в инфракрасное излучение, ощутимое для нашей кожи, микроволны и т. д. Таким образом, наше восприятие цвета весьма селективно, мы имеем только узкое «окно» в мир. Правда, в видимой области чувствительность высока, почти оптимальна, но она не одинакова для всех длин волн.

Эпистемологический анализ цветового восприятия, разумеется, должен проводить принципиальное различие между физической природой света и когнитивными процессами его восприятия человеком. Слепой от рождения никогда не сможет представить себе, что такое «цвет», даже если он очень хорошо разбирается в физических теориях света и знает, что представляют собой электромагнитные волны. Критика Гете ньютоновской концепции света лишена оснований, так как Ньютон исследовал именно физическую природу света, а не когнитивные (или психологические) механизмы восприятия цветов.

4.3.2. Зрительное восприятие движения

Когнитивная способность видеть движущиеся в пространстве объекты — ключевой аспект зрительного восприятия, видения. У животных эта способность является решающей для выживания — и хищники и их жертвы зависят от способности их когнитивного аппарата быстро обнаружить движение. Фактически некоторые простые позвоночные, например змеи и лягушки, не в состоянии обнаружить объект, если он не перемещается в пространстве. Подвешенную на струне мертвую муху лягушка не воспринимает как пищу. Она могла бы умереть с голоду, задерживая свернутый во рту язык, не понимая, что перед ее глазами находится ее спасение. Фоторецепторные клетки ее сетчатки реагируют только на движение. Чем ниже ступень биологической эво-

люции вида, чем проще устроена его когнитивная система, тем более «разумной» оказывается у этого вида сетчатка глаза. По-видимому, биологическая и когнитивная эволюция сопровождалась передачей адаптивно ценных функций зрительного восприятия от сетчатки мозгу. Сетчатка приматов и человека не реагирует на движение — большой, гибкий и разносторонний человеческий мозг анализирует движение с помощью высокоспециализированной схемы нейронных подключений. Изучая реакции людей и человекообразных обезьян на различные стимулы движения с помощью зондов, регистрирующих активность соответствующих областей зрительной зоны коры головного мозга, исследователям в значительной мере удалось построить мостик между объективным миром передающих электрические сигналы нейронных сетей, который можно наблюдать в лаборатории, и возникающим на когнитивном (информационном) уровне субъективным миром.

Как работает наше зрительное восприятие, когда мы, например, смотрим кинофильм или видеозапись? На экран в течение секунды проецируется 24 кадра, каждый из которых остается статичным фотографическим снимком. Ведь на самом деле в кинофильме ничего не двигается, кроме киноплёнки. Иллюзия реального движения создается нашим мозгом, его системой обработки информации о движении, которая автоматически соединяет, например, перцептивные образы ног, меняющих свою позицию от кадра к кадру, вплоть до появления перемещающегося актёра. Таким образом, система обработки информации о движении должна согласовывать элементы перцептивных образов от фрейма к фрейму в пространстве и времени. Эта система должна обнаружить, в каком, например, направлении движется наша рука, и не путать голову с рукой, которой машут перед чьим-либо лицом.

Сравнительно недавно исследователям удалось проследить пути нейронных подключений, которые формируют восприятие траектории движения, и проверить реакции нейронов на различных отрезках этой траектории. В ре-

зультате были обнаружены основные фазы формирования восприятия траектории движения машущей руки. Локализованные в сетчатке глаза большие узлы специализированных клеток (получивших название крупноячеистых) начинают возбуждаться и продуцировать электрические импульсы, когда рука движется через поле восприятия, причем каждый нейрон чувствителен только к весьма малой области поля зрения. Электрические импульсы от крупноячеистых нейронов передаются по зрительному нерву на ретрансляционную станцию в таламусе, затем происходит их трансляция в средний слой нейронов первичной зрительной зоны коры головного мозга. Здесь происходит интеграция поступающих от сетчатки входных сигналов, которая ведет к обретению нейронами нового свойства — они становятся чувствительными к направлению движения руки в поле восприятия.

Такие нейроны, чувствительные к направлению движения, сначала были обнаружены в зрительной зоне коры головного мозга млекопитающих — кошек и обезьян. Животным, находившимся под действием легкого наркоза, в зоны расположения этих нейронов вживляли электроды, позволяющие регистрировать их реакцию на различные движущиеся линии. Проектируя движущиеся полосы света вдоль поля восприятия кошек и обезьян, исследователям удалось зафиксировать паттерн активности нейронов, издаваемые ими звуковые сигналы в виде характерного треска. Важнейшую роль в восприятии траектории движения, видимо, играет область коры головного мозга, расположенная сразу за первичной и вторичной зрительными зонами. Как показали исследования полуночных обезьян и обезьян-резусов, большая часть этой области ответственна за продуцирование отдельных визуальных карт, каждая из которых содержит четкую репрезентацию поля зрения. Оказалось, что одна из этих карт функционально высокоспециализированна: более 90% ее нейронов реагировали на движение в конкретном направлении, а не на цвет или форму объектов. Эта карта получила название двигательной зоны. Нейроны этой зоны прямо связаны со слоем чувствительных к направлению

движения нейронов в первичной зрительной зоне. Эти две зоны имеют удивительно подобную нейронную архитектуру — нейроны организованы в ряды колонок, клетки в каждой колонке могут возбуждаться, только если воспринимаемые линии ориентированы подобно показаниям часовой стрелки, движущейся по всему циферблату часов. Кроме того, нейроны двигательной зоны реагируют преимущественно на направление движения.

В процессе восприятия движения (как и цветового восприятия) наш мозг вычисляет и конструирует соответствующий перцептивный образ из весьма обрывочных данных и многочисленных сенсорных сигналов, которые сами по себе могут быть ошибочными или неоднозначными. Допустим, мы нарисовали букву А на листе бумаги и затем начали двигать этот лист перед своими глазами вверх и вниз. Селективно «откликающиеся» на движение нейроны первичной зрительной зоны — любой из этих нейронов, как мы знаем, воспринимает только весьма малую часть сцены — будут реагировать на диагональную ориентацию каждой линии, образующих букву А, но не в состоянии регистрировать движение А в целом. Таким образом, можно предположить, что анализ воспринимаемого движения в коре полушарий, позволяющий создать исчерпывающую когнитивную информацию о движении целого объекта, должен состоять из двух этапов. На втором этапе некоторые нейроны должны интегрировать сигналы, репрезентирующие ориентацию движущихся линий.

В результате нейробиологических исследований это предположение подтвердилось. Оказалось, что многие нейроны двигательной зоны не только могут конструировать направление движения (например, руки) и даже транспарентное («прозрачное») движение (когда, например, тень от предмета перемещается по земле), но и в состоянии интегрировать сигналы, репрезентирующие движение, происходящее в большом сегменте воспринимаемой сцены. Хотя каждый нейрон двигательной зоны непосредственно может реагировать на сигналы, поступающие только из одного

весьма маленького сегмента поля зрения, он «обладает знанием», располагает информацией о том, что происходит в области, окружающей этот сегмент. Так, например, некоторые клетки двигательной зоны возбуждаются особенно интенсивно, если лиственный лес (фон), условно говоря, «перемещается» в направлении, противоположном движущемуся объекту. Однако возбуждение клеток было бы подавлено, если бы фон «перемещался» в том же направлении, что и движущийся объект. Фактически эти клетки действуют как детектор контраста движения, они выполняют когнитивные операции, которые нужны животным, например гепарду, преследующему антилопу, для того чтобы воспринимать движущуюся на фоне камуфляжа леса жертву. Нейроны двигательной зоны непосредственно не реагируют на статические формы и цвета, но они будут реагировать на движущиеся объекты более интенсивно, если их формы и цвет сильно контрастируют с фоном.

Итак, есть весьма веские основания полагать, что зрительное восприятие формы, цвета, глубины и движения является результатом переработки информации нейронами, которые специализируются на обнаружении этих визуальных качеств. Благодаря созданию новой экспериментальной техники связь между зрительным восприятием и активностью специфических нейронов может быть экспериментально проверена и подтверждена. В пользу этого, в частности, свидетельствуют результаты ряда замечательных экспериментов, проведенных в конце 80-х — начале 90-х гг. прошлого века американскими нейробиологами (У. Ньюсом и др.) в Стенфордской университетской школе медицины. Эксперименты проводились на обезьянах-резусах, которых обучили сообщать экспериментаторам, видят ли они перемещение совместно движущихся светящихся точек на экране монитора в том или ином направлении. Когда обезьяны, например, видели перемещение точек в нижний сегмент экрана, они сообщали об этом движением глаз. Их правильные реакции вознаграждались плодовым соком. После многих тренировок испытуемые обезьяны оказались в состоянии выпол-

нить поставленные задачи почти так же, как люди: они могли сообщать движениями глаз, что видят перемещение совместно движущихся точек в любом из шести направлений (по часовой стрелке). Меняя количество светящихся точек, совместно перемещающихся в том или ином направлении, экспериментаторы обнаружили, что чем больше их количество, тем выше способность обезьян распознавать направление движения точек. Стимулируя электрическим сигналом колонку нейронов двигательной зоны, реагирующую на движения «вверх», они получили удивительный результат: несмотря на движение 50% светящихся точек в нижний сегмент монитора, обезьяны, находясь под воздействием массового числа микростимулов, своими глазами уверенно сообщают об их движении «вверх». Таким образом, оказалось, что в ходе эксперимента перцептивные ответы обезьян управляются не направлением движения светящихся точек на экране, а электрическими стимулами, которыми экспериментатор воздействовал на специфические нейроны мозга. Это, конечно, свидетельствует о наличии связи между зрительным восприятием и поведением (свойствами) нейронов зрительных и двигательных зон головного мозга. Однако не исключено, что электростимуляция колонки нейронов двигательной зоны может влиять на выбор обезьян, не изменяя их перцептивных образов. Ответ на этот вопрос может быть получен, когда у нейробиологов появится больше информации о когнитивных процессах принятия решений, протекающих на промежуточных стадиях, которые связывают сенсорные входы с моторным выходом.

4.3.3. Восприятие пространства

Когнитивные системы животных и человека создают перцептивные образы и их непрерывные последовательности — восприятия, которые в зависимости от степени эволюционной развитости мозга и наличия когнитивных способ-

ностей могут весьма существенно различаться в качественном отношении. В огромных пределах может варьироваться их информационная емкость, в них могут быть встроены различные пространственные структурализации, различные пространственные модели окружающей среды. Обладая слабым зрением, многие низшие животные, например змеи, для определения пространственного расположения и формы объектов используют свои исключительно развитые способности воспринимать звуки различной частоты, прибегают к помощи ультразвукового сканирования, они способны регистрировать источники инфракрасного излучения и т. д. Еще К. Лоренц с присущей ему наблюдательностью обращал внимание на то, что «большинство рептилий, птиц и низших млекопитающих решает свои пространственные проблемы не так, как делаем это мы (т. е. не благодаря мгновенному учету чувственных данных), а посредством “заучивания наизусть”. Так, например, землеройка, попав в незнакомую обстановку, постепенно “выучивает” все возможные пути передвижения, медленно проходя по ним и постоянно приносясь и поводя своими чувствительными усиками... Трудоемкая серия отрывочных, круговых движений на небольшом вначале пространстве превращается в серии разученных движений, после чего следует увязка частей воедино. Эти движения, взаимно уравновешивая и продолжая друг друга, в кинестатическом переплетении распространяются все дальше и дальше и, в конечном счете, срстаются в нерасторжимое целое, которое срабатывает быстро и устойчиво и уже несколько не похоже на первоначальные поисковые перемещения. Эти цепочки движений, выработанные ценой стольких усилий и выполняемые теперь необычайно быстро и правильно, вовсе не нацелены на выбор “кратчайшего пути”. Наоборот, лишь случай определяет, какую пространственную схему принимает запоминание путей передвижения на данной местности»⁵.

⁵ Лоренц К. Кантовская концепция а priori в свете современной биологии // Эволюция. Язык. Познание. М., 2000. С. 32–33.

В чем состоят когнитивные особенности *восприятия пространства* человеком? Психологически мы уверены, что живем в трехмерном пространстве и для ориентации в нем нам служат зрение, слух, осязание. Каждое из этих чувств вносит свой вклад в целостное восприятие пространства. Но наибольшую значимость для нас, конечно, имеет его зрительное восприятие. Изображение объектов на сетчатке нашего глаза только двумерно. Поэтому оно не может служить источником сигналов, информирующих об удаленности объектов, а лишь об их пространственном расположении. Мы зрительно воспринимаем вещи трехмерными, поскольку наша когнитивная система способна построить трехмерный перцептивный образ, используя для этого определенные глубинные критерии. Основываясь на этих критериях и привлекая огромное число весьма неполных и порой обрывочных сенсорных данных, она вычисляет удаленность и пространственное упорядочение объектов. Каковы же эти критерии? Перечислим некоторые из них. 1. Конвергенция, т. е. угол между линиями зрения обоих глаз, направленных на одну цель. 2. Угловое несоответствие — мельчайшие различия изображения на сетчатке, так как каждое изображение воспринимается в несколько ином пространственном направлении. 3. Параллакс, т. е. видимое движение удаленных на разное расстояние по отношению друг к другу предметов при боковом движении глаз. 4. Увеличение и уменьшение изображения на сетчатке при приближении и удалении. Кроме того, восприятию глубины способствуют аккомодация, величина изображения, перспектива и пересечения контуров, четкость изображения и структурная плотность, освещенность и цветовой фон и, наконец, образование тени при боковом освещении.

Конечно, не все перечисленные критерии имеют для нашей когнитивной системы одинаковое значение. Важнейшими из них, видимо, являются стереоскопическое зрение и угловое несоответствие. Однако каждый критерий при изолированном воздействии также вызывает восприятие глубины. Только два первых критерия требуют наличия двух

глаз, но их роль существенна в том случае, если речь идет о зрительном восприятии объектов, расположенных в относительной близости. При удалении объектов на расстояние больше 6 м мы эффективно воспринимаем их одним глазом. Поэтому было бы неверно утверждать, что трехмерность восприятия обеспечивается наличием у нас двух глаз.

Являются ли когнитивные программы и метапрограммы, обеспечивающие трехмерность зрительного восприятия, врожденными, генетически направляемыми, или они возникают в результате научения? Применительно к животным ответ кажется простым и не вызывающим сомнений. Цыплята, родившиеся в темноте и не имеющие опыта обращения с разнообразной едой, в десять раз чаще клюют шарообразную пищу, шарик они предпочитают плоской шайбе. Следовательно, они обладают врожденной способностью воспринимать объекты в формате трехмерного перцептивного образа. Молодой черный стриж, который не мог иметь пространственного опыта, так как вырос в тесном гнезде, где невозможно расправить крылья, попадая в воздушное пространство, оказывается полностью готовым оценивать расстояние, понимать запутанные пространственные структуры и находить путь между антенной и дымовой трубой.

Исследования нейробиологов и когнитивных психологов пространственного восприятия людей также свидетельствуют в пользу наличия у нас соответствующих когнитивных структур и нейронных систем, работа которых направляется генетически. Если бы прав был эмпиризм или сторонники «теории деятельности» в психологии, полагавшие, что когнитивные программы нашей системы восприятия формируются исключительно благодаря научению, то зрительно воспринимаемый мир новорожденного младенца представлял бы собой ужасный двумерный хаос, в котором практически нет ничего константного и где величины, образы, контуры, цвета постоянно изменяются. Однако данные тестов свидетельствуют об обратном. Если передвигать цветное пятно на фоне другого цвета (например, красное — на зеленом фоне, желтое — на голубом), то оказывается, что

даже пятнадцатидневные младенцы следят глазами за цветным пятном, а следовательно, могут различать цвета (а также могут воспринимать движение). Трехмесячные дети рассматривают цветную бумагу дольше, чем белую. Новорожденные с первых дней гораздо активнее реагируют на карты с разноцветными рисунком, чем на одноцветные. Дети в возрасте между одной и пятнадцатью неделями больше внимания уделяют сложным изображениям, чем простым. Они рассматривают лица дольше, чем другие картины. Опыты с искусственной «канавой» показали, что дети в ползунковом возрасте способны оценивать их глубину. Многочисленные эксперименты ясно свидетельствуют о том, что определенные когнитивные способности к восприятию, например к восприятию движения, цвета, пространства (глубины) — в строгом смысле являются врожденными. Их врожденность, однако, не означает, что они не могут развиваться (по мере роста ребенка) в соответствии с генетическими программами (за это ответственны гены развития, «замолкающие» после достижения определенного возраста).

Таким образом, как и многие виды животных, все люди, принадлежащие к подвиду *Homo sapiens sapiens*, зрительно воспринимают окружающий их мир трехмерным. Трехмерность человеческого восприятия обусловлена особенностями нашей когнитивной системы, работа которой управляется генами. В ходе биологической эволюции люди унаследовали когнитивные механизмы пространственного восприятия от своих гоминидных и негоминидных предков. Мы прекрасно адаптированы к воспринимаемому нами трехмерному когнитивному пространству (независимо от того, является ли окружающее нас физическое пространство на самом деле, например, 9- или 11-мерным). Однако люди могут не осознавать глубинные характеристики перцептивных образов, создаваемых их когнитивной системой.

Дело в том, что эти образы (и последовательности образов — восприятия) подлежат оценке, в формировании которой участвуют более высокоуровневые когнитивные структуры, ответственные за их распознавание, за внима-

ние, память, работу мышления и символического (вербального) сознания, а также сознательно привлекаемые знания и иная адаптивно ценная культурная информация. По-видимому, участие высокоуровневых когнитивных функций и культурной информации, извлекаемой из долговременной памяти, серьезнейшим образом меняет оценку информационного содержания перцептивных образов, привнося в нее элементы анализа. Исследования антропологов и этнографов убедительно показывают, что в отличие от представителей современных цивилизованных популяций (за исключением детей в раннем возрасте) представители современных первобытных популяций сознательно не распознают и не фиксируют создаваемую когнитивной системой информацию о «глубине», не осознают перспективистские, глубинные характеристики когнитивного пространства, своих перцептивных образов и представлений. В силу этого они не могут использовать глубинные критерии для создания объемных изображений и рисунков. Они плохо или даже совсем не в состоянии узнавать объекты по рисункам или фотографиям⁶. По-видимому, преимущественно пространственно-образное, архаическое мышление не имеет в своем распоряжении необходимых аналитических средств и мыслительных стратегий для выявления глубинных признаков перцептивных образов (и представлений). Характерно и отсутствие в языках первобытных популяций вербальных средств (слов) для передачи смыслов, относящихся к «глубинным» характеристикам перцептивных репрезентаций.

Таким образом, осознание глубинных характеристик перцептивных образов, осознание трехмерности пространственной когнитивной модели окружающей среды скорее всего является результатом эволюции нашего знаково-символического (логико-вербального) мышления (разумеется,

⁶ Особенности архаического пространственного восприятия замечательнейшим образом воспроизведены в картинах французского импрессиониста Поля Гогена, который длительный период своей жизни провел среди аборигенов о. Таити.

в кооперации с мышлением пространственно-образным) и символьного (вербального) сознания, все более широкого использования аналитических средств, аналитических стратегий переработки когнитивной информации. Вслед за осознанием трехмерности зрительно воспринимаемых перцептивных образов, видимо, постепенно формируется трехмерная пространственная модель *воображаемого пространства*. Характерно, что монокулярные признаки глубины стали использоваться в европейской живописи только с эпохи Возрождения, когда были открыты законы линейной перспективы⁷.

* * *

Итак, когнитивный процесс восприятия у многих живых существ (в том числе и у человека) включает в себя этапы обработки информации, на которых происходят идентификация и низкоуровневый анализ входных стимулов по их более простым деталям, т. е. низкоуровневый поддетальный анализ. Эта гипотеза справедлива не только для восприятия цвета, движения или пространственного восприятия, но и для восприятия форм, контуров фигур и т. д. Она была тщательно проверена и подтверждена с помощью специальных экспериментов. Ученые вживляли микроэлектроды в зрительную кору мозга кошки и обезьяны, а потом изучали его информационную активность, возникавшую в результате проекции простых световых изображений на экран непосредственно перед глазами животных. Регистрируя возбуждение отдельных нервных клеток и усиливая возникающие в них электрические импульсы, они обнаружили, что некоторые клетки реагируют только на горизонтальные фигуры, а некоторые — только на вертикальные. Во время других

⁷ Подробнее об этом см.: Меркулов И. П. Эпистемология. Т. 1. С. 173–174.

экспериментах исследователями было выявлено, что отдельные строго специализированные клетки чувствительны либо к краям зрительно воспринимаемых контуров фигур, либо к линиям, или только к правым углам. Было установлено, что формирование кортикальных кодов воспринимаемых фигур является врожденным и специфичным для каждой клетки, а наличие анализаторов позволяет достраивать контуры фигур. С учетом вышеизложенного проясняется необходимость огромного количества клеток в зрительных зонах коры головного мозга человека. Каждая клетка отвечает за работу одной, весьма малой зоны сетчатки, реагируя лучше всего на одну конкретную форму стимула и на одну конкретную ориентацию. Другими словами, есть основания полагать, что для каждого стимула — любой зоны сетчатки, на которую воздействует стимул, каждого типа линии и каждой ориентации стимула — существует определенный набор кортикальных нейронов, которые на них реагируют. Всякое изменение расположения стимула вызывает ответную реакцию новой группы нейронов. Количество нейронных групп, последовательно реагирующих, например, на изменение расположения стимулов в ходе зрительного восприятия балетного танца или сложного акробатического прыжка, огромно.

В процессах переработки информации от сенсорных фильтров к восприятию участвуют разнообразные, генетически контролируемые когнитивные механизмы, которые отфильтровывают, кодируют, декодируют, изменяют, усиливают, запоминают (сенсорная память), «дополняют» и интерпретируют извлекаемые из внешней среды сенсорные данные. Мозг организмов перерабатывает воспринимаемые сигналы и создает такую информацию, которая выступает для них в качестве «заместителя» окружающего мира. Для морского огурца безразлично, закрывается ли солнце облаком, человеком или его естественным врагом. Он сжимается от любой темноты, поскольку именно таков его перцептивно воспринимаемый «окружающий мир». Глаз лягушки формирует ее мозг только об изменениях освещения и дви-

жении, а также об изогнутых границах объекта. Окружающий мир собаки есть прежде всего мир запахов, летучей мыши — мир звуков, человека — видимый мир. Поэтому наше восприятие — цвета, звука, пространства и т. д., как и восприятие других организмов, очень *селективно*. Оно, в частности, создает когнитивную информацию, извлекая сенсорные сигналы из весьма узкого диапазона. (Например, наше «акустическое окно» находится где-то в пределе между 16 и 16 000 герц.) Но особым образом воспринимается мир дальтоником, ощущение боли также индивидуально и не соответствует объективно одинаковым воздействиям. Когнитивная система человека как биологического вида конечно же не исключает генетически обусловленных индивидуальных различий в восприятии окружающей среды.

Восприятие также *конструктивно*, поскольку в ходе переработки сенсорных сигналов происходит преобразование физических сигналов (например, длины световых волн), двухмерности изображений на сетчатке глаза и т. п. в новые качества — цвета (ведь мы видим не длины волн, а цвета), трехмерный перцептивный образ объектов и т. д. Конструктивность восприятия проявляется в генерации нашей когнитивной системой таких перцептивных образов, которым в действительности ничего не соответствует. В прошлом опыте у нас могут сформироваться перцептивные представления (установки), сохраняющиеся в долговременной памяти, подключение которых может привести к появлению иллюзорных восприятий. Мы обнаруживаем упорядоченные структуры там, где их нет: «каналы» на Марсе, космодромы «пришельцев» на высокогорных плато, фигуры людей или животных в гряде скал и т. д. В силу тесного взаимодействия когнитивных структур восприятия, распознавания образов и памяти наше восприятие широко использует для оценки содержания перцептивных образов предшествующие знания о мире. Это может приводить не только к появлению геометрических иллюзий, но и к ошибочным интерпретациям научных данных.

4.4. Кооперация восприятия с другими когнитивными способностями

Филогенетически когнитивные механизмы восприятия, видимо, формировались параллельно в тесной интеграции со многими другими когнитивными программами и метапрограммами. В противном случае восприятие не давало бы живым организмам никаких существенных адаптивных преимуществ в информационном контроле окружающей среды и не способствовало бы их выживанию. Потому соответствующие метапрограммы никогда не получили бы генетического закрепления в ходе биологической эволюции. *Эффективность восприятия базируется не только на своих собственных когнитивных программах, но и на их тесной интеграции и кооперации с параллельно функционирующими программами, управляющими распознаванием перцептивных образов, работой кратковременной и долговременной памяти, внимания, мышления и т. д., без которых немислимо науение и более адаптивное поведение.* В когнитивной системе человека нисходящая переработка когнитивной информации, поступившей в поле восприятия, обязательно сопровождается подключением высших когнитивных способностей — мышления и сознания, — а также культурно-информационных ресурсов памяти⁸.

Так, например, распознавание перцептивных образов (они распознаются как единая целостная структура, а отдельные части этой структуры обладают смыслом только как элемент целого) предполагает их сопоставление с хра-

⁸ Эта кооперация низкоуровневых и высокоуровневых процессов переработки когнитивной информации может создать иллюзию *непосредственной вовлеченности* в когнитивные структуры восприятия «канонов культурной деятельности» (см., например: *Вартовский М. Модели. Репрезентации и научное понимание. С. 219*). Понятно, что эта иллюзия возникает благодаря чрезмерно широкой и «синкретичной» трактовке восприятия. Она также свидетельствует об отсутствии аналитически детальных представлений о когнитивных структурах, обеспечивающих эффективность человеческого познания.

нящимися в памяти мысленными репрезентациями, выступающими в роли своего рода эталонов, *образцов*. Животные (и люди) в результате научения и накопления жизненного опыта приобретают и запоминают огромное количество образцов (в том числе и культурных, если речь идет о человеческом восприятии), которые обладают некоторым смыслом в силу их соотносительности с самовосприятием (и самосознанием). Возникающие на основе сигналов окружающей среды перцептивные образы практически мгновенно сопоставляются с имеющимися образцами. Если в процессе поиска в долговременной памяти обнаруживается образец, соответствующий перцептивному образу, то происходит распознавание этого образа («узнавание») и надделение его смыслом, тождественным смыслу образца. Распознавание происходит также и в случае незначительного расхождения между перцептивным образом и образцом. Человеческий мозг способен вычислять расхождения в деталях и вносить соответствующие поправки, а также учитывать факторы «фона», расположения источника света или «контекста» и т. д.

Распознавание перцептивных образов путем сравнения их с конкретными образцами, репрезентирующими единичные объекты или события, относится, по-видимому, к компетенции относительно низкоуровневых когнитивных программ. С увеличением числа эталонов (например, до нескольких сотен тысяч или миллионов) в когнитивной системе неминуемо возникают многочисленные проблемы, связанные с их экономным хранением и оптимизацией поиска, который не должен занимать слишком много времени. Это негативно повлияло бы на адаптивное поведение организмов (так как увеличивается время реакции) и поставило бы под угрозу их выживание. Поэтому в ходе биологической (когнитивной) эволюции возникли относительно более высокоуровневые когнитивные программы распознавания перцептивных образов. Они сопоставляют эти образы не с конкретными образцами, а с их гораздо более экономными абстракциями — *прототипами*. Они также сравнивают степень различия между прототипами и соответствующими образами

(паттернами), которая, по-видимому, может варьироваться в весьма широких пределах

Прототип — это абстрактное перцептивное представление, репрезентирующее множество сходных форм одного и того же перцептивного образа (паттерна). Благодаря наличию прототипов в структурах долговременной памяти мы можем распознавать перцептивные образы, даже если они только подобны прототипу (в том числе и «нестандартные» образы, которые, однако, как-то связаны с прототипом). Так, например, мы достаточно легко распознаем различные варианты написания одних и тех же букв алфавита. Мы узнаем марку автомобиля независимо от цвета и формы, и даже если его кузов будет украшен какими-то нестандартными аксессуарами.

Существование прототипов было надежно подтверждено результатами многочисленных экспериментов, которые выявили у испытуемых типичные рейтинги, отражающие степени соответствия перцептивных образов своему «идеальному» прототипу. По-видимому, образование прототипов является результатом работы когнитивных программ, использующих неосознаваемые холистические стратегии правополушарного пространственно-образного мышления. Это мышление, как известно, обладает некоторыми, хотя и весьма ограниченными, аналитическими способностями⁹. Ряд проведенных когнитивными психологами экспериментов, в частности, показывает, что некоторые прототипы формируются на основе часто встречающихся признаков (например, индивидуальные черты человеческого лица), которые имеют больше шансов сохраниться в памяти, если они чаще воспринимались. Мы также можем создавать прототипы на основе усредненных характеристик отдельных примеров или путем абстрагирования отдельных, перцептивно выделенных, «типичных» образцов. И, наконец, мы обладаем способностью формировать прототип даже в условиях, когда сталкиваемся только с его разновидностями. Причем,

⁹ См.: Меркулов И. П. Эпистемология. Т. 1. С. 145.

как оказалось, правила, соотносящие признаки в перцептивном образе, не так хорошо удерживаются в памяти, как сами эти признаки. Поэтому можно предположить, что формирование прототипов включает в себя два относительно автономных процесса — выявление информации о признаках перцептивного образа (паттерна) и информации об отношениях между признаками. Как было установлено, эти два процесса протекают с разной скоростью. Выявление взаимосвязей признаков — процесс более медленный, чем выявление самих признаков.

В силу того, что образцы и прототипы оказываются задействованными в работу когнитивных структур восприятия, последнее обретает новое свойство — оно становится способным *предвосхищать* когнитивную информацию и делает возможным ее распознавание, когда она становится доступной. А это означает, что в его задачу входит определить, к какому виду должна быть приведена поступающая информация, чтобы ей можно было дать непротиворечивую интерпретацию. Таким образом, перцептивный образец и прототип оказываются своего рода интерпретативными схемами, обеспечивающими распознавание образов и их понимание, т. е. соотнесение с информацией о внутренних когнитивных состояниях организма, с его самовосприятием. Если когнитивная информация не «узнается», оказывается недоступной для понимания, то она просто игнорируется и остается неиспользованной. Поэтому формирование когнитивных структур самовосприятия у относительно простых организмов скорее всего происходило в тесной интеграции со структурами восприятия. В биологической (когнитивной) эволюции восприятие и самовосприятие филогенетически предшествуют возникновению более развитой когнитивной функции — мышления.

В механизмы восприятия также встроены ряд гипотез о внешнем мире, которые хорошо адаптированы к соответствующим внешним структурам. Восприятие отбирает и определяет то, что важно для выживания организма. Когнитивные структуры восприятия человека необучаемы, они

контролируются генами и претерпевают биологическую (когнитивную) эволюцию в процессе филогенеза, которая зависит от генетической изменчивости, механизмов естественного отбора и факторов окружающей среды. Поэтому человеческое восприятие нельзя рассматривать как практическую (или иную) деятельность или как непосредственный результат деятельности людей. Оно не опосредовано культурными формами репрезентаций — эти репрезентации (включая культурно-мировоззренческие модели) участвуют в структурах восприятия лишь благодаря подключению к работе этих структур механизмов распознавания образов и высших когнитивных способностей, а также сознательного (и неосознанного) использования культурно-информационных ресурсов памяти. О роли научения в формировании восприятий можно, таким образом, говорить не применительно к собственно восприятию, а только относительно взаимодействующих с ним более высокоуровневых когнитивных структур и получаемой с помощью этих структур информации (в том числе культурной информации и знаний). В силу тесной кооперации с высшими когнитивными способностями (мышлением, сознанием), а также благодаря культурно-информационным ресурсам долговременной памяти человеческое восприятие радикально отличается от перцептивного восприятия даже самых высших приматов — антропоидов.

Тесно интегрированные с человеческим восприятием высшие когнитивные структуры и способности в несоизмеримо большей степени увеличивают арсенал средств, позволяющих интерпретировать, анализировать и абстрагировать когнитивную информацию, например, за счет дополнительных ресурсов знаково-символического (логико-вербального) мышления и его аналитических стратегий. Они также позволяют установить принципиально новые взаимосвязи между восприятиями, предшествующим знанием (опытом) и культурной информацией. Усиление входных сигналов и дополнительная информация, поступающая на уровень восприятия, необходимы для распознавания деталей сложных

перцептивных образов, которое зависит от работы высокоуровневых когнитивных структур, таких как, например, внимание, позволяющее концентрировать умственные усилия на сенсорных событиях, а также от мотивации. У человека подключение внимания сознательно контролируется, он способен осознавать смысл воспринимаемых перцептивных образов, репрезентирующих объекты, события, их взаимосвязи, и восприятия самого себя. Обнаружение сигналов и распознавание образов зависит не только от внешних факторов (например, от интенсивности стимулов и т. п.), но и от наличной информации о воспринимаемом, тренировки, содержания задачи, ожиданий наблюдателя, его заинтересованности и т. д. Диагностика в медицине, ремонт сложного высокотехнологичного оборудования и т. п. требуют подключения больших объемов специальных знаний, хранящихся в долговременной памяти.

Итак, наряду с мышлением, сознанием и памятью восприятие является важнейшей когнитивной способностью. В силу тесной кооперации когнитивных структур между перцептивным мышлением животных и их восприятием нет четкой границы. Нет такой границы и между человеческим пространственно-образным мышлением и восприятием людей. Соответствующие эпистемологические разграничения весьма условны. Они полезны только как эвристические средства анализа. Реально некоторые когнитивные программы пространственно-образного мышления людей, видимо, весьма тесно интегрированы с когнитивными структурами восприятия¹⁰. Работа восприятия также кооперируется с когнитивными структурами, обеспечивающими распознавание перцептивных образов, их интерпретацию и абстрагирование (например, образование стереотипов, перцептив-

¹⁰ На это обстоятельство обращал внимание еще в середине прошлого века американский психолог Р. Арнхейм: «Элементы мышления в восприятии и элементы восприятия в мышлении дополняют друг друга» (Арнхейм Р. Визуальное мышление // Хрестоматия по общей психологии. М., 1981. С. 107).

ных представлений, прототипов), а также с высокоуровневыми способностями, ответственными за внимание, запоминание адаптивно ценной информации (в том числе культурной) и сознательный контроль (если речь идет о человеческом восприятии).

В заключение попытаемся ответить на вопрос о том, как получилось, что когнитивные структуры восприятия и структуры реальности частично между собой согласуются? Как возникли структуры восприятия, почему они одинаковы у всех людей, несмотря на наличие отдельных индивидуальных различий, откуда мы знаем, что они соответствуют структурам внешнего мира? Ответ на эти и подобного рода вопросы может быть дан только с позиции современного эволюционизма. Адаптированность структур восприятия — это не дело рук человеческих, не непосредственный результат сознательных усилий людей. Социокультурные факторы действительно оказывают сильное селективное воздействие на когнитивную эволюцию человеческих популяций, но лишь опосредованно, через механизмы естественного отбора. Однако с эволюционной точки зрения когнитивная система и когнитивные способности людей — их восприятие, мышление, сознание и т. д. — являются продуктом длительной биологической, когнитивной и культурной эволюции *не только* ныне живущих человеческих популяций, но и когнитивной эволюции предшествующих гоминидных и негоминидных предков, результатом их адаптации к условиям внешней среды. Когнитивная система современного человека, по-видимому, аккумулировала в себе все предшествующие достижения когнитивной эволюции живых организмов, обладающих нервной системой, за последние 500 млн. лет. Социокультурная эволюция человеческих популяций не отменила действия механизмов естественного отбора — адаптация в течение последних тысячелетий обеспечивала и продолжает обеспечивать выживание людей.

Мы, хотя и не безусловно, но все же в огромной мере доверяем показаниям наших органов чувств. В противном случае мы не могли бы информационно контролировать окру-

жающую нас среду и свои собственные когнитивные состояния. А информационный контроль имеет исключительное значение для нашего поведения и выживания. Но по сути дела оказывается, что мы доверяем не столько показаниям наших органов чувств, сколько результатам работы нашего мозга. Собирая буквально по крупичкам разрозненные сенсорные данные, он кодирует, сопоставляет, интегрирует, дополняет их, он вычисляет недостающие параметры, фильтрует недостоверные или несущественные сигналы и т. д., т. е. перерабатывает когнитивную информацию в целостные перцептивные образы и их последовательности — восприятия. Наше восприятие не так уж просто обмануть, как восприятие гораздо более простых в эволюционном отношении живых существ. Этим мы обязаны в первую очередь нашему мозгу.

Глава V

МЫШЛЕНИЕ

Попытки выяснить, что представляет собой человеческое мышление и где хранятся наши мысли и знания, предпринимались еще в глубокой древности. Тексты папирусов свидетельствуют о том, что подобного рода вопросы волновали жрецов Древнего Египта, которые считали, что мысли и знания находятся в сердце. Аналогичных взглядов придерживался и Аристотель, в то время как Платон полагал, что человеческая мысль сосредоточена в мозге. Как и элеаты, Платон (в силу архаичной магии слова) отождествлял мышление и речь, которые, с его точки зрения, возникают в результате установления отношений между субъектом и предикатом высказывания или «соединения» имен существительных с глаголами. Платон впервые ввел различие между мышлением *рассудочным* (оперирующим геометрическими репрезентациями в воображаемом пространстве) и мышлением *разумным* (оперирующим только чистыми идеями), а также разработал аналитико-синтетический метод — диалектику, — который он рассматривал как средство катарсиса, позволяющего душам избранных устремляться, минуя ощущения, к сущности любого предмета, включая сущность божественного блага.

Аристотель разделял «пропозициональную» парадигму Платона — его понимание силлогизма в равной мере допускало и пропозициональную, и лингвистическую, и онтоло-

гическую интерпретации. Определяя силлогизм как вид *logos*, где между данными посылками и заключением имеет место логическое отношение необходимого следования, он стремился показать, что заключение вытекает с необходимостью из формы и сочетания посылок, а не является следствием их содержания. С позиции своей силлогистической теории Аристотель радикально пересмотрел точку зрения Платона на метод мышления, позволяющего выявить сущность предмета: то, что у Платона являлось конечным результатом диалектического «очищения», у него выступало только как посылка силлогистического доказательства. Способность мыслить Аристотель относил к компетенции ума, бессмертной «мыслящей части» души. Он также выдвинул ряд гипотез, оказавших существенное влияние на последующее развитие психологии мышления, например принцип ассоцианизма. Идеи, считал Аристотель, связываются между собой на основании смежности, сходства или контраста, а истинное знание может быть получено путем дедуктивных или индуктивных рассуждений. Платон и Аристотель положили начало основным направлениям исследования мышления, которые в дальнейшем получили развитие в классической философии, эпистемологии и логике.

5.1. Логические и психологические концепции мышления

В философии и эпистемологии Нового времени мышление (и его законы) анализировались с различных мировоззренческих позиций. Отталкиваясь от традиционной для христианского вероучения оппозиции души и тела, философы-рационалисты рассматривали мышление как атрибут особого, свойственного только человеку (как ближайшему подобию Бога) духовного начала. Р. Декарт, в частности, считал, что сознание, «душа» является нематериальной метафизической сущностью, которую Бог соединил с матери-

альным телом, а мышление — это свойство сознания, «разумной души». Напротив, представитель британского эмпиризма Т. Гоббс придерживался механистического взгляда на природу мысли и исходил из предпосылки, что материя может мыслить. По его мнению, мышление подобно математическому вычислению, но вместо чисел оно оперирует идеями — суммирует, вычитает, сравнивает их и т. д. Гоббс был уверен, что в принципе могут быть созданы такие технические устройства, которые окажутся способными мыслить. Продолжая рационалистическую традицию Декарта, немецкий философ и математик Г. Лейбниц считал, что человеческое мышление управляется законами логики. Полагая, что математика сводится к логике, он выдвинул идею математизации мышления — создания универсального логического языка, который позволил бы точно и однозначно эксплицировать понятия и отношения и получать с помощью вычислений истинные знания. Лейбниц разработал ряд математических вариантов логики, привлекая для этих целей арифметику, геометрию и комбинаторику, и безуспешно пытался представить всю силлогистику Аристотеля в виде арифметического исчисления.

Развивая представления Д. Локка, который впервые назвал связи, обусловленные привычкой или случаем, термином «ассоциация идей», британские эмпирики Д. Беркли, Д. Юм, а позднее Джеймс Милль и Д. С. Милль выделяли три типа внутренних мысленных репрезентаций — восприятия, их бледные копии, которые хранятся в нашей памяти, и преобразования этих бледных копий, т. е. ассоциативное мышление. Однако вопросы, касающиеся природы мысленных ассоциаций, их источников, процессов, лежащих в основе их формирования, законов ассоциаций и т. д., длительный период оставались предметом острых дискуссий. Во второй половине XIX в. усилиями главным образом философов, математиков и психологов окончательно сформировались два основных направления исследования, которые привели к разработке различных *логических* и *психологических* концепций мышления.

Важным этапом формирования логической концепции мышления оказалась разработка в 1854 г. ирландским математиком Дж. Булем алгебры логики. Согласно его точке зрения, мысли представляют собой высказывания или утверждения о мире, которые могут быть представлены в символической форме. Эти символы соответствующим образом комбинируются и из них получают другие утверждения о мире. Мышление, с этой точки зрения, оказывается манипуляцией символами. Буль также предположил, что высказывания и сложные выражения могут принимать только два истинностных значения, и разработал таблицы истинности для определения истинностных значений сложных выражений. Разрабатывая этот синтаксический подход к мышлению, немецкий логик Г. Фреге соединил полученные Булем результаты с аристотелевской категорической логикой. В конечном итоге ему удалось построить строгое аксиоматическое исчисление высказываний и предикатов и заложить основы современной логической семантики. Таким образом, во второй половине XIX в. благодаря усилиям Дж. Буля и Г. Фреге, а также О. Моргана и Э. Шредера в логике произошла своего рода научная революция — ее результатом оказалось широкое использование математических методов, присущего математике языка символов и формул. Тем самым были значительно расширены репрезентативные возможности языка логики применительно к знаково-символическому (логико-вербальному) мышлению. Классическая математическая логика послужила основным инструментом для исследования проблем основания математики на рубеже XIX — XX в. Однако открытие в начале XX в. логико-математических парадоксов поставило под сомнение абсолютную строгость и надежность классической логики как средства математического доказательства — именно на логику многие исследователи возлагали ответственность за их появление.

Попытки устранить обнаруженные парадоксы путем реконструкции классической логики повлекли за собой ее формализацию, разработку теории типов (Б. Рассел и А. Уайт-

хед), создание интуиционистской логики (А. Гейтинг) и, наконец, формирование различных ветвей современной неклассической логики — *модальной логики* (рассматривающей понятия необходимости, возможности, случайности и т. д.), *релевантной логики* (описывающей отношения логического следования и условной связи), *многозначной логики* (допускающей более двух значений истинности), *вероятностной логики* (использующей теорию вероятности для анализа проблематичных рассуждений), *паранепротиворечивой логики* (исключающей вывод всего, что угодно, из противоречия), *эпистемической логики* (исследующей высказывания с модальностями «знаю, что», «верю, что» и т. д.) и др. В отличие от классической математической логики, которая находила широкое применение главным образом в математике, в область исследования современной неклассической логики все в большей степени вовлекаются также естественные и социогуманитарные науки.

Одновременно с попытками философов и математиков разработать логические системы мышления в другой дисциплине — психологии — во второй половине XIX в. был поставлен вопрос о том, могут ли ментальные события и мышление в целом быть каким-либо образом измерены. Основоположники экспериментальной психологии (В. Вундт в Германии и его ученик Э. Титченер в США) стремились сформировать отдельную от философии и опирающуюся на эмпирические данные дисциплину, которая изучала бы структуру мышления и сознания и объясняла бы их феномены в терминах естественных наук. Рассматривая в качестве парадигмы физическую химию, пытавшуюся обнаружить фундаментальные элементы материи, психологи-структуралисты надеялись разложить психические явления на простые «атомы», выделить простейшие, неразложимые ментальные события и обнаружить законы, управляющие образованием более сложных ментальных феноменов. Серьезное влияние на взгляды структуралистов оказали идеи ряда представителей британского эмпиризма (в частности, Локка и Юма), их

представления о том, что ощущения являются основой всех знаний и мыслительной активности человека.

В дальнейшем новые открытия заставили психологов отказаться от структуралистской программы. В частности, открытие условного рефлекса российским ученым И. П. Павловым повлекло за собой формирование бихевиоризма (Дж. Уотсон и др.), который стал доминирующей концепцией в психологии на протяжении последующих сорока лет. Бихевиористы полагали, что объектом психологического исследования может быть только наблюдаемое поведение, а мышление, восприятие, память и т. д. — это лишь теоретические конструкторы, затемняющие понимание факции, которые следует рассматривать как условные рефлексы. Неспособность бихевиоризма объяснить сложные психические явления и высшие когнитивные функции обусловила возникновение в психологии альтернативной концепции — гештальт-теории, сформировавшейся под непосредственным влиянием идей феноменологии Э. Гуссерля. Ее сторонники (П. Вертгеймер, В. Келер, К. Левин и др.) считали, что для адекватного объяснения мыслительных процессов необходимо допустить наличие внутренних ментальных состояний и тесную интеграцию различных когнитивных структур. Поскольку целое не сводится к сумме своих частей, то мышление, с их точки зрения, следовало бы рассматривать как активный, конструктивный процесс. Мышление может быть либо продуктивным, ведущим к инсайту, стремящимся обнаружить новые структурные отношения в тех или иных ситуациях или проблемах, либо репродуктивным, лишь имитирующим уже известные образцы, стереотипы.

Фундаментальные открытия 40–50-х гг. XX в. в теории информации, нейрофизиологии, теории автоматов и кибернетике заново поставили вопрос о процессах и внутренних состояниях в психике и радикальным образом изменили направление исследований человеческого мышления. В середине 60-х гг. эти открытия позволили разработать единую картину мыслительных процессов, отталкиваясь от предположения, что наш мозг, наподобие компьютера, *перераба-*

тывает когнитивную информацию, и положить начало *когнитивной психологии*. В дальнейшем когнитивная психология получила развитие как часть более широкой дисциплины — *когнитивной науки*, которая в настоящее время включает в себя исследования в области искусственного интеллекта, некоторые направления эпистемологии (например, компьютерную эпистемологию), а также связанные с изучением искусственного интеллекта разделы психофизиологии, лингвистики, психолингвистики, вычислительной нейробиологии, нейрокибернетики и т. д. Одна из основных задач когнитивной науки состоит в объяснении высших когнитивных процессов и когнитивных способностей с помощью моделей переработки информации.

Применение общепринятых в когнитивной науке моделей переработки информации в психофизиологии к исследованию межполушарной церебральной асимметрии позволило в 60–70-е гг. XX в. американскому нейрофизиологу Р. Сперри и его коллегам открыть связанные с функциональной активностью левого и правого полушарий мозга когнитивные типы мышления — знаково-символическое (логико-вербальное) и пространственно-образное. Это открытие, получившее убедительное экспериментальное подтверждение (с помощью метода электроэнцефалограммы, а также благодаря применению позитронно-эмиссионных томографов, а позднее — сканеров картографии магнитного резонанса), заложило основы принципиально новых, основанных на эмпирических данных теоретических представлений о человеческом мышлении, о его доминирующих стратегиях. Оказалось, что для правополушарного, пространственно-образного мышления доминирующей является холистическая стратегия переработки многопараметрической когнитивной информации — оно работает *параллельно* с несколькими входами аналогично нейрокомпьютеру. В результате происходит одновременное выявление соответствующих контекстуальных, смысловых связей между различными элементами перцептивного образа (представления) или между целостными образами, «гештальтами» и создание на

этой основе многозначного контекста (например, мозаичной или калейдоскопической картины) с множественными «размытыми» связями. Конечно, весь спектр смыслов такого контекста не может быть передан с помощью вербальной системы коммуникации.

Со своей стороны, знаково-символическое (логико-вербальное) мышление использует преимущественно аналитическую стратегию, обеспечивая выявление только некоторых, существенных для анализа признаков и жестких причинно-следственных связей. Оно *последовательно* перерабатывает когнитивную информацию (вербальную и невербальную) по мере ее поступления, организуя однозначный контекст, необходимый для успешной вербальной коммуникации. Характерно, однако, что в случае предъявления испытуемым *простейших* стимулов (например, набора букв или простых геометрических фигур) различия между когнитивными типами мышления, касающиеся стратегий обработки информации, почти полностью нивелируются. Знаково-символическое (логико-вербальное) мышление также обнаруживает способность к одновременной обработке информации о нескольких объектах, а пространственно-образное мышление — некоторые, хотя и довольно примитивные, способности к анализу¹.

5.2. Эволюция мышления

На протяжении 500 млн. лет биологическая эволюция организмов, обладающих нервной системой, шла преимущественно по пути накопления адаптивно ценных морфологических изменений в мозге, т. е. носила характер *нейроэволюции*. Эволюция нейронных структур мозга обеспечивала своего рода обновляемую материальную «элементную

¹ Более подробно о когнитивных типах мышления см.: Меркулов И. П. Эпистемология. Т. 1. С. 139–151.

базу» для *когнитивной эволюции*, для эволюции когнитивных способностей животных. Она породила и генетически закрепляла селективные преимущества, связанные с выполнением когнитивных функций, которые в относительно большей мере способствовали адаптации и выживанию живых существ.

В течение многих веков теологи и философы отождествляли мышление исключительно с человеческим вербальным мышлением. Все животные (за исключением, естественно, человека как ближайшего «подобия» Бога) рассматривались как своего рода живые автоматы (Декарт), способные лишь к неальтернативному поведению, которое однозначно управляется их биологическими инстинктами. Только в первой половине XX в. благодаря исследованиям форм поведения животных, возникающих в результате научения, было обнаружено, что в отличие от простых устройств, преобразующих информацию (например, старого радиоприемника или телевизора, не снабженных «интеллектуальным» устройством), они обладают *интенциональными состояниями*, т. е. состояниями перцептивной уверенности, которые имеют некоторое пропозициональное содержание.

Перцептивная уверенность предполагает способность *различать* эквивалентные в информационном отношении сообщения и *отдавать предпочтение* одним альтернативам, а не другим, т. е. способность к *выбору* альтернативных вариантов поведения. Однако схема возможного поведения должна предварительно генерироваться когнитивной системой организмов в результате осуществления каких-то мыслительных операций. С этой точки зрения животные действительно обладают когнитивной способностью к мыслительным актам, *информационно эквивалентным* актам суждения. Мышление (в самом общем плане) — это процесс манипулирования (оперирования) внутренними мысленными репрезентациями (перцептивными и символьными), который протекает в кратковременной памяти (с использованием ресурсов долговременной памяти) и приводит к возникновению новой мысленной репрезентации, позволяющей ре-

шить некоторую проблему (проблемную ситуацию) или задачу на когнитивном уровне. Мышление может целенаправленно управляться центрами, сопряженными с самовосприятием (или сознанием). Руководствуясь обнаруженным смыслом (пониманием) проблемы, эти центры запускают соответствующие когнитивные программы и их комплексы, обеспечивающие направляемую мыслительными стратегиями переработку (преобразование) когнитивной информации. В отличие от людей животные могут манипулировать (оперировать) только невербальными внутренними репрезентациями, используя различные перцептивные и знаковые коды.

5.2.1. Перцептивное мышление

Важнейшим событием когнитивной эволюции оказалось возникновение перцептивного мышления. Филогенетически неразвитые формы этого мышления скорее всего порождались как своего рода «встроенное» в механизмы восприятия дополнительное программное обеспечение, увеличивающее приспособленность организмов. Первоначально перцептивное мышление не было обособлено от восприятия и действий животных — результаты мыслительных актов трансформируют поле восприятия и непосредственно реализуются в моторные акты.

Восприятие (даже если оно тесно интегрировано с когнитивными структурами, обеспечивающими, например, распознавание образов, запоминание, обучение, работу внимания и т. п.) всегда остается последовательностью перцептивных образов, относящихся только к текущей ситуации. Изменение этой ситуации может потребовать ответной реакции организма, внесения в его поведения корректив, необходимых для выживания. Понятно, что задача адаптивного изменения поведения сначала должна быть решена на управляющем, когнитивном (информационном) уровне.

Только после этого полученное информационное решение проблемы, выступая в качестве внутренней интенции организма к действию, может автоматически, практически мгновенно реализоваться в моторные акты. Однако информационный выбор предполагает определенное *понимание*, обнаружение смысла проблемы (проблемной ситуации) или задачи. Таким образом, возникновение перцептивного мышления у организмов, обладавших нервной системой, означало, что эти организмы обрели когнитивную способность к пониманию (первоначально, видимо, весьма ограниченную). *Понимание — это комплекс мыслительных операций, обеспечивающих соотнесение когнитивной информации, созданной на основе сигналов внешней среды, с когнитивной информацией о себе (получаемой в результате самовосприятия или самоосознания, если речь идет о человеке), обнаружение (выявление) смысла проблемы, проблемной ситуации и включение его в структуры смысловых связей и отношений, в систему взаимосвязанных ментальных репрезентаций — перцептивных образов, сценариев, представлений, знаков, символов и т. д., обладающих пропозициональным содержанием (смыслом).* Таким образом, только благодаря соотнесению сенсорно воспринимаемых данных из окружающей среды с когнитивной информацией о себе организмы оказываются в состоянии обнаружить и понять смыслы своих перцептивных образов. А это, в свою очередь, позволяет их центрам управления запустить мыслительные процессы и, основываясь на полученных результатах, внести коррективы в поведение, имеющие решающее значение для выживания. Эти центры, сопряженные с самовосприятием животных, запускают также работу когнитивных структур, ответственных за *внимание*. Внимание проявляется в концентрации когнитивных способностей на воспринимаемых и мыслимых событиях.

Итак, первоначально оперативные возможности перцептивного мышления скорее всего были крайне ограничены. В его функции главным образом входило выявление смысла проблемной ситуации (или задачи), которое позво-

ляло организму (на уровне собственной когнитивной системы) принимать решение о запуске программ трансформации и переструктурирования воспринимаемых перцептивных образов в кратковременной памяти (а соответственно, и поля восприятия) с целью нахождения ее мысленного решения. Переструктурированный перцептивный образ служит на когнитивном уровне целью последующих действий организмов — их центры отдают команды и запускают программы, управляющие моторными действиями, поведением. Животное оказывается в состоянии практически одновременно воспринимать, мыслить и действовать сообразно возникающим в текущей ситуации проблемам. Кроме того, переструктурированные перцептивные образы вместе с информацией, извлеченной из кинестетических самовосприятий, могут быть запомнены и сохранены в долговременной памяти как *стереотипный поведенческий сценарий*, схемы будущих действий в сходных проблемных ситуациях. (Другими словами, при достаточном развитии когнитивных структур долговременной памяти может иметь место обучение.) Конечно, благодаря появлению перцептивного мышления животные получили бесспорные адаптивные преимущества и дополнительные шансы на выживание. Соответствующие когнитивные программы и их комплексы оказались генетически закрепленными в геноме популяций благодаря механизмам естественного отбора.

Несмотря на огромную эволюционную дистанцию между перцептивным мышлением животных и пространственно-образным мышлением людей, последнее аккумулирует и прочно сохраняет замечательные достижения предшествующих этапов когнитивной эволюции. Наше пространственно-образное мышление также может эффективно работать в тесной интеграции с восприятием текущей ситуации и практическими действиями как единый, управляемый сознанием комплекс. В повседневной жизни людей громадную роль играет *визуальное мышление*, позволяющее нам (нередко даже без сколь-либо существенного участия сознательного контроля) с помощью визуальных операций транс-

формировать и переструктурировать в кратковременной памяти элементы зрительных образов (и их последовательностей — сценариев) с целью нахождения мысленного решения проблемных ситуаций. Найденные мысленные решения немедленно реализуются в моторные акты, в действия, как это имеет место, например, в процессе управления движением автомобиля или самолета в сложной обстановке.

В ходе дальнейшей биологической и когнитивной эволюции возникают новые когнитивные структуры, управляющие перцептивным мышлением, которые относительно обособлены от структур восприятия текущей ситуации. Не исключено, что генерация таких структур в когнитивной системе организмов оказалась вопросом их адаптации и выживания в новых условиях окружающей среды. Дело в том, что возможности мысленного манипулирования элементами перцептивных образов, трансформация и переструктурирование последних в кратковременной памяти ограничены их огромной информационной емкостью как формата, адаптированного к репрезентации лишь непосредственно воспринимаемых объектов и текущих ситуаций. Объем кратковременной памяти, а потому и количество параллельно перерабатываемой в ней одновременно когнитивной информации имеет естественные пределы. Избыточность объема информации, подлежащей мысленному манипулированию в кратковременной памяти, влечет за собой резкое «торможение» процессов ее переработки, а следовательно, и увеличение времени реакции, необходимой для принятия решения². А это может иметь важные негативные последствия

² Исследования когнитивных психологов, изучавших оперативные возможности визуального мышления людей, свидетельствуют, в частности, о наличии линейной зависимости между объемом производимого визуального преобразования образов в кратковременной памяти и затраченного на это преобразование времени. Так, например, оказалось, что мысленное вращение двух и трехмерных визуальных образов объектов в диапазоне от 0 до 60 градусов происходит с одинаковой скоростью, а на вращение трехмерных образов в диапа-

для животных, так как ограничения на когнитивном уровне обязательно проявляются в их поведении, снижают их приспособленность, а соответственно, и шансы на выживание.

Эта когнитивная проблема, непосредственно влияющая на приспособленность организмов, видимо, была решена в ходе их эволюции путем генерации когнитивных программ, которые обеспечили отбор, абстрагирование и буферизацию содержащейся в перцептивных образах селективно ценной информации. Используя эту информацию, когнитивные структуры оказались в состоянии генерировать в кратковременной памяти абстрактные мысленные репрезентации — *перцептивные представления* (своего рода сокращенные «описания») объектов и ситуаций, отсутствующих в поле восприятия. Понятно, что такие абстрактные представления могут быть локализованы уже не в когнитивном пространстве восприятия, а только в *воображаемой* пространственно-образной модели окружающей среды. Поэтому в когнитивной системе животных должны были произойти программные и генетические изменения, которые обеспечили дифференциацию формирующейся в результате

зоне от 60 до 180 градусов требуется гораздо больше времени, чем на вращение двумерных, т. е. скорость переработки относительно большего массива когнитивной информации резко падает. Практически линейная зависимость времени реакции испытуемого от угла поворота была обнаружена не только для трехмерных перцептивных образов, но и для других визуально воспринимаемых форм. Скорее всего, лишь относительно небольшие объемы мысленных визуальных преобразований позволяют нашей когнитивной системе обрабатывать их в кратковременной памяти как преобразования целостных перцептивных образов. Если же объем параллельно производимых мысленных преобразований перцептивных образов превышает некоторый предел, то их скорость резко падает. Исследования также показали, что в случае мысленных преобразований перцептивных представлений время реакции на воображаемые события оказывается практически тождественным времени реакции на текущие, перцептивно воспринимаемые события. Более подробно см., например: Солсо Р. Когнитивная психология. С. 186–188, 289–290.

мыслительных актов интенции к действию от ее непосредственного, автоматического перевода в моторные акты. В итоге произошло «освобождение места» для воображаемого пространства, и животные оказались способными мысленно «видеть» репрезентируемый перцептивным представлением объект (событие), которого нет в поле восприятия. Результаты мысленного «видения» предоставляют достаточно исчерпывающую когнитивную информацию для принятия животным решения о том, есть ли необходимость их реализации в моторные акты или нет. Стареющий лев, адекватно воспринимающий свое собственное физическое состояние, постарается, например, избежать столкновения с гораздо более молодым и мощным соперником, *мысленно представляя* фатальные для себя последствия такого столкновения, хотя это и грозит ему возможной потерей контроля над территорией.

Таким образом, благодаря дальнейшей эволюции перцептивного мышления у животных появляется возможность осуществлять операции с *перцептивными представлениями*, не относящимися к текущей сенсорно воспринимаемой ситуации, и как бы «проигрывать» предстоящие действия в воображаемом пространстве, т. е. мыслить, прежде чем действовать. В результате они оказались в состоянии *предвидеть* наступление событий, предвидеть развитие текущей ситуации во времени, а соответственно, и *планировать* свои будущие действия (что особенно важно для хищников, добывающих свою пищу охотой). И это их весьма ощутимое адаптивное преимущество также получило генетическое закрепление благодаря естественному отбору. Разумеется, сложившиеся в ходе биологической (когнитивной) эволюции способности различных живых существ к перцептивному мышлению (и научению) существенно варьируются. У таких животных, как, например, крысы и собаки, не говоря уже о высших приматах, эволюционный уровень мышления (интеллекта) вполне достаточен для того, чтобы выявить и понять стоящий за воспринимаемыми событиями некий упорядоченный смысловой контекст, создать связанный,

целостный образ ситуации и мысленно преобразовать его в перцептивное представление, которое может служить своего рода инструкцией для их будущих действий. Пространственно-образное мышление людей, конечно, обладает куда более мощными оперативными возможностями. Оно, кроме всего прочего, базируется на работе более низкоуровневых когнитивных программ (сформировавшихся, по-видимому, еще у высших приматов и негоминидных предков человека), которые управляют процессами отбора, абстрагирования и обобщения когнитивной информации и ведут к формированию в нашей кратковременной памяти (наряду с представлениями) также и еще более абстрактных перцептивных репрезентаций — прототипов (например, простые геометрические фигуры).

По понятным причинам перцептивное мышление животных, ориентированное в конечном итоге на овладение ситуацией в целом, необходимое для адаптивного поведения, довольно жестко управляется биологическими императивами — потребностью в информационном контроле окружающей среды, инстинктивными желаниями или страхом и т. д., — которые получают на уровне их самовосприятия соответствующую информационную репрезентацию. Через самовосприятие и сопряженные с ним центры управления эти императивы участвуют в мыслительных процессах, обеспечивающих выявление смысла перцептивных образов, в организации поля восприятия, они также определяют отбор подлежащих мыслительным преобразованиям перцептивных представлений и цель этих преобразований. Самовосприятие эволюционно развитых животных, по-видимому, способно интегрировать и оценивать достаточно солидный объем когнитивной информации, создаваемой на основе «внешних» и «внутренних» данных. Эта информация необходима для запуска мыслительных процессов, направленных на поиск решения проблемы, на достижение нужного результата, она также нужна для выбора одной из поведенческих альтернатив. Отдыхающий после удачной охоты тигр останется равнодушным наблюдателем мигри-

рующего невдалеке стада антилоп, а стая голодных волков проявит чудеса мыслительной изобретательности и хитрости, чтобы проникнуть в охраняемый, а потому и представляющий для них опасность загон для домашнего скота.

Для перцептивного мышления в целом характерна холистическая стратегия обработки когнитивной информации — любая оказывающаяся в фокусе внимания животных ситуация репрезентируется и осмысливается ими как расчлененный, дифференцированный внутри себя целостный перцептивный образ или представление, где смысл целого полностью определяет смысл его взаимосвязанных частей. Благодаря наличию соответствующих когнитивных программ более низкого уровня, «подпитывающих» перцептивное мышление животных, они способны не только обнаружить полезную для себя *связь* между изменением сигнала (знаком) и следующим за ним событием или между средством и целью, но и использовать эту когнитивную информацию для мысленного переструктурирования своих представлений, которое позволяет им внести соответствующие коррективы в поведение.

Исследования способности мышей к перцептивному мышлению и научению, в частности, показали, что эти животные в условиях эксперимента довольно быстро осваивают реакцию избегания, когда через пол одного из отсеков клетки пропускают слабый электрический ток, вызывающий у них легкую боль. Если о включении тока заранее сигнализировать вспышкой света, то мыши быстро обучаются перепрыгивать в безопасный отсек клетки, как только увидят вспышку. Таким образом, в результате мысленного переструктурирования знак (т. е. вспышка света) вместе с сопутствующей временной связью оказывается новым элементом, органической частью возникшего перцептивного представления ситуации в целом. Это представление сохраняется в долговременной памяти вместе со сценарием возможного поведения в будущем, если ситуация повторится. Аналогичным образом происходит выявление полезной для выживания животных связи между средством и целью. Если, на-

пример, крыса совершенно случайно обнаруживает, что при нажатии на рычаг открывается доступ к пище, то после многократного успешного повторения своих попыток она начинает использовать этот рычаг как инструмент, как вспомогательное средство достижения цели, которое становится неотъемлемой частью ее мысленного перцептивного представления о ситуации.

Уровень развития перцептивного мышления животных определяется их когнитивной системой (и, разумеется, их биологической конституцией и нейронными структурами мозга), которая благодаря наличию арсенала соответствующих когнитивных программ и метапрограмм может обладать относительно большими возможностями активно создавать внутренне дифференцированные перцептивные репрезентации, устанавливать разнообразные многозначные смысловые связи между целым и его частями, мысленно манипулировать элементами образов и представлений и извлекать из них какую-то новую адаптивно ценную когнитивную информацию, выявлять новые взаимосвязи, функции и т. д., обеспечивающие эффективное латентное научение. Так, например, крыса, научившись после нескольких попыток добираться до источника пищи через лабиринт, если ей перекрыть самый короткий маршрут, проявляет себя как более «умное» и мыслящее существо, более изобретательно, чем многие другие животные. Она довольно быстро находит обходной путь к цели, так как ее когнитивная система успешно справляется с задачей генерации детального перцептивного представления, репрезентирующего структуру лабиринта (т. е. «когнитивной карты»), которое сохраняется в долговременной памяти. Это представление латентно содержит адекватное решение проблемной ситуации, оно позволяет крысе мысленно обнаружить различные варианты подходящих маршрутов³.

³ Эксперименты с лабиринтом позволили также выявить заметную генетическую изменчивость внутри отдельных популяций крыс по когнитивным способностям. Поскольку способность к обучению

У высших приматов, в особенности у человекообразных обезьян, эволюционное развитие способностей создавать многозначный образный контекст и извлекать из перцептивных образов и представлений новую адаптивно ценную когнитивную информацию достигает гораздо более высокого уровня. В силу тесной интеграции когнитивных программ и метапрограмм, управляющих мыслительными стратегиями, выдающиеся способности шимпанзе и некоторых подвидов орангутангов к перцептивному мышлению, видимо, сопряжены с обнаруженными у них рудиментами знаково-символического мышления. Проведенные еще в начале прошлого столетия В. Келером эксперименты убедительно доказали, что интеллектуальное поведение человекообразных обезьян, нахождение ими адекватных решений разного рода задач не может быть результатом хаотичных, слепых и случайных действий, их случайного совпадения с объективными обстоятельствами, так как эти решения непосредственно не вытекают из реальной взаимосвязи частей целого, из структуры ситуации. Как было установлено, поведение шимпанзе всегда диктуется определенным общим пониманием экспериментально поставленной проблемы, хотя это понимание и не бывает с самого начала полным и адекватным.

зависит главным образом от интеллекта (как интегративной характеристики когнитивных способностей), то, основываясь на замерах времени, необходимого отдельным особям для того, чтобы добраться до источника пищи в лабиринте, исследователям удалось отделить внутри популяции группу «умных» крыс от «глупых». Искусственный селективный отбор по когнитивным способностям в течение семи поколений привел к выделению двух неперекрещивающихся субпопуляций, причем самые «глупые» крысы из группы «интеллектуалов» оказались умнее, чем самые «умные» из группы «дураков». Ряд других экспериментов с обучением крыс в лабиринте, однако, показывают, что окружающая среда, если она предоставляет более богатые возможности для приобретения разнообразного опыта, может в некоторой степени улучшить их когнитивные способности. Более подробно см., например: *Фогель Ф., Мотульски А. Генетика человека. Т. 3. М., 1990. С. 56–57.*

В случаях инсайта — например, если шимпанзе удалось обнаружить орудие, с помощью которого действительно можно достать связку бананов, находящуюся вне клетки, — животное вслед за подготовительной стадией внезапно переходит к выполнению сразу всего комплекса действий, ведущего к достижению цели⁴. А это позволяет предположить, что шимпанзе на самом деле руководствуется каким-то отчетливым мысленным пониманием всей ситуации в целом, которое соответствует новой, возникшей в результате инсайта, структуре перцептивного представления, определяющего релевантный сценарий поведения животного.

Перцептивное мышление животных обычно направлено на решение конкретной задачи или проблемы, оно включает формирование возможных ответных реакций и выбор одной из альтернатив. В процессе размышления над задачей, требующей нестандартного решения, даже высшие антропоиды с трудом преодолевают «функциональную закрепленность» объектов и орудий, которыми они обычно пользуются. Перцептивные образы этих объектов и орудий вместе со своими прочно усвоенными функциями становятся для них частью воспринимаемой и осмысливаемой проблемной ситуации. Они сохраняются в долговременной памяти в виде перцептивных установок, стереотипных поведенческих сценариев, которые подключаются к мыслительным процессам, протекающим в кратковременной памяти.

5.2.2. Знаково-символическое мышление

В ходе биологической (когнитивной) эволюции у живых существ наряду со способностями к перцептивному мышлению возникают также рудименты мышления *знаково-символического*, которые первоначально проявляются в *ритуализации* их поведения. В процессе эволюции исходная

функция какого-либо поведенческого сценария животных модифицируется, упрощается и, превращаясь в *знак*, информационный сигнал, становится средством коммуникации смыслов этого сценария, мыслей, средством передачи на расстояние необходимой для выживания внутривидовой когнитивной информации. Таким образом, формирование знаково-символического мышления связано с появлением когнитивных структур, обеспечивающих «вторичное», символическое кодирование смыслов перцептивных репрезентаций, — знак как строгая последовательность непосредственно воспринимаемых стереотипных перцептивных образов репрезентирует только *смысл* поведенческого сценария. Изменение этой последовательности или входящих в нее стереотипов влечет за собой непонимание животным смысла перцептивно воспринимаемого ритуализированного поведения другой особи в целом. Ритуализация поведения позволяет животным получать самую разнообразную, необходимую для выживания внутривидовую информацию. Так, например, танец пчелы-разведчика, исследовавшей окружающую местность, передает информацию своим сородичам о местоположении медоносного поля, о направлении полета, которого следует придерживаться, и т. д. Благодаря своим когнитивным способностям к ультразвуковому сканированию самка летучей мыши может обнаружить «писк» своего заблудившегося детеныша на расстоянии до 500 м. Дельфины общаются между собой на языке свиста, передавая друг другу информацию о движущихся в определенных направлениях косяках рыб, об их размере, виде и т. д., которая позволяет им успешно организовать коллективную охоту. В свисте дельфинов удалось выявить различные типы звуков, обозначающие, например, смыслы, эквивалентные нашим понятиям «поиск», «знакомство» и др. Таким образом, от наличия эффективных символических средств передачи адаптивно ценной когнитивной информации зависит выживание отдельных особей, видов и групп общественных животных. Поэтому естественный отбор способствовал генетическому наследованию и эволюции также и тех когнитив-

⁴ См., например: Келер В. Исследование интеллекта человекообразных обезьян. М., 1930. С. 134–143.

ных структур, которые ответственны за извлечение, понимание и манипулирование когнитивной информации, репрезентируемой в форматах визуальных, звуковых и т. п. символов.

Конечно, появление новых мысленных репрезентаций — «вторичных» кодов, символов — не обязательно должно было повлечь за собой какие-то революционные изменения в стратегиях переработки когнитивной информации — они могли обрабатываться когнитивной системой как целостные перцептивные образы, гештальты, и их последовательности с помощью характерных для перцептивного мышления холистических стратегий. Для многих животных рудиментарный уровень символического внутривидового общения и знаково-символического мышления оказался вполне достаточен для адаптации и выживания в течение сотен миллионов лет. Лишь некоторые виды приматов оказались способными к дальнейшей эволюции своих систем символической коммуникации, которая, по-видимому, сопровождалась значительным увеличением объема мозга, усложнением и специализацией его нейронных структур. Благодаря успешной нейроэволюции сформировались преадаптивные когнитивные структуры, которые в дальнейшем развились в комплекс новых когнитивных программ и метапрограмм, специализирующихся на переработке более сложной символической информации и использующих для этого элементы простейших аналитических стратегий.

Феномен преадаптации давно известен в биологии, однако довольно убедительное теоретическое объяснение он получил только в 60-х гг. прошлого столетия благодаря успешным экспериментам, использующим новый метод электрофореза. Полученные с помощью этого метода данные позволили обнаружить у организмов огромный запас генетической изменчивости, о котором ранее и не подозревали, поскольку генотип лишь частично реализуется в фенотипических признаках. Оказалось, что, несмотря на действие естественного отбора, существуют механизмы, которые активно поддерживают генетическое разнообразие.

Мутации и рекомбинации генов, скрещивание и т. п. приводят к накоплению в популяциях *скрытого резерва* наследственной изменчивости, причем этот резерв генетической информации возникает *безотносительно к ее будущему адаптивному значению в данной среде*. Соответственно, в процессе эволюции организмы иногда приобретают признаки, качественно отличающиеся от исходных, но которые потенциально, в перспективе дают им возможность освоить новую функцию. Конечно, организм не может приобрести новую для себя функцию до появления соответствующих морфологических структур — например, летать, если у него нет крыльев. Следовательно, такая структура должна сформироваться у него заранее. Другими словами, организм уже должен обладать морфологической структурой, которая в результате предшествующего положительного отбора в некоторой среде применительно к некоторой функции достигла такого состояния, что оказалась способной выполнять новую функцию, относительно которой она ранее не подвергалась отбору. Такие структуры в эволюционной биологии обычно называют *преадаптивными*.

Характерным примером преадаптивных морфологических структур может служить появление примитивных легких у некоторых древних кистеперых рыб, которые давали им возможность обитать в водоемах с низким содержанием кислорода. У этих рыб получили развитие мускулистые грудные плавники, благодаря которым они могли временно покидать водную среду для того, чтобы выбраться из пересыхающих водоемов или спастись от хищников. Этот новый тип поведения кистеперых рыб скорее всего дал им важные адаптивные преимущества и обеспечил их выживание. Но одновременно он привел в действие ряд новых мощных факторов отбора, давление которых стимулировало быструю эволюцию и специализацию преадаптированных структур — легких и конечностей, — необходимых для поддержания жизни и передвижения в воздушной среде.

Итак, концепция преадаптации позволяет объяснить, каким образом в изменяющейся среде могут взаимодей-

ствовать механизмы эволюции и адаптации. В силу универсальности законов биологической эволюции эта концепция применима к эволюции любых морфологических структур живых организмов, в том числе и к эволюции морфологии мозга (т. е. к нейроэволюции). Поскольку нейроэволюция тесно взаимосвязана с когнитивной эволюцией, которая является результатом действия механизмов естественного отбора по когнитивным функциям, то концепция преадаптации, по-видимому, может быть распространена также и на эволюцию когнитивных систем организмов, на эволюцию их когнитивных способностей. Соответственно, мы можем предположить, что в результате предшествующего положительного отбора по когнитивным функциям могут возникать и развиваться преадаптивные когнитивные структуры (когнитивные программы, метапрограммы и их комплексы), которые могут достигнуть такого эволюционного уровня и состояния, когда они оказываются способными выполнять принципиально новые когнитивные функции, относительно которых они прежде не подвергались естественному отбору. Модель когнитивной преадаптации, таким образом, позволяет объяснить накопление потенциального генетического ресурса для будущей когнитивной эволюции. Она хорошо согласуется с наличием взаимосвязей между работой генов развития и возникающими в когнитивной системе организмов проблемами, связанными с переработкой информации, которые ведут к снижению их приспособленности. Убедительным примером формирования в когнитивной системе преадаптивных структур могут служить рудименты перцептивного сознания у некоторых видов высших антропоидов (прежде всего шимпанзе), а также их весьма удивительные когнитивные способности к символической коммуникации и знаково-символическому мышлению.

Приматологам, исследующим образ жизни высших антропоидов, уже довольно давно удалось обнаружить, что популяции шимпанзе, живущие в естественных условиях в заповеднике Гомбе Стрим (Танзания), обладают хорошо выраженной и довольно развитой коммуникативной системой,

которая использует звуковые символы, мимику, позы и жесты. О потенциальных когнитивных способностях отдельных особей шимпанзе к символической коммуникации позволили судить также результаты многочисленных попыток общения с ними с помощью специально сконструированного для этих целей языка жестов (наподобие жестового языка глухонемых — армсленга). Оказалось, что они в состоянии овладеть словарем из приблизительно двухсот слов и простейшими грамматическими конструкциями. В экспериментальных условиях шимпанзе успешно общались с приматологами, проявляя удивительные лингвистические способности в изобретении новых слов и простых предложений (например, «Огурец — это зеленый банан», «Лебедь — плавающая птица» и т. д.). Специально проведенные эксперименты позволили также выявить наличие у шимпанзе рудиментов перцептивного сознания (самосознания) — в ограниченных пределах они могут распознавать и отличать перцептивный (визуальный) образ «Я» от образа «не-Я». Однако приматологи до сих пор не располагают надежными данными о том, используют ли шимпанзе эту свою преадаптивную когнитивную способность к самосознанию для управления высшими когнитивными функциями.

До недавнего времени приматологи полагали, что в естественных условиях когнитивные способности шимпанзе к символической коммуникации остаются не востребуемыми, поскольку язык жестов и звуковые символы используются этими приматами главным образом лишь для выражения эмоций, желаний и обозначения действий. Однако новейшие исследования, казалось бы, сугубо инстинктивных «вокальных» данных карликовых шимпанзе (бонобо) убедительно показали, что в естественных условиях они все же используют упорядоченные последовательности звуковых символов для обозначения смысла перцептивных образов, репрезентирующих конкретные объекты. Предъявляя отдельным особям бонобо компьютерные изображения различных объектов, относящихся к их среде обитания, экспериментаторы были крайне удивлены, когда оказалось, что

отдельные записанные на магнитофон сочетания звуковых символов, с помощью которых популяции этого подвида шимпанзе общались в естественных условиях, они уверенно отождествляли с конкретными картинками. Конечно, перечень перцептивных образов, смысл которых популяции шимпанзе-бонобо способны обозначать звуковыми символами, невелик. Соответствующие им объекты скорее всего имеют для выживания этого подвида шимпанзе особую значимость либо в качестве лакомства (например, виноград, банан, апельсин), либо как источник смертельной опасности (змеи, хищные птицы, леопард). Благодаря усилиям экспериментаторов недавно были даже зафиксированы единичные случаи адекватного понимания отдельными особями шимпанзе-бонобо простейших фраз человеческой речи, а также успешного их общения между собой на специально сконструированном искусственном языке жестов.

Выдающиеся способности шимпанзе в символической коммуникации, видимо, сопряжены с более высоким уровнем их знаково-символического мышления. Исследователям удалось обнаружить, что для решения некоторых задач они весьма успешно прибегают к услугам простейших аналитических мыслительных стратегий. Шимпанзе, например, могут собирать свои орудия охоты из частей и легко распознают объекты по таким признакам, как форма и цвет. Кроме того, оказалось, что их можно научить считать, поскольку (как и некоторые другие животные, особенно птицы) они в состоянии зафиксировать количество предъявленных им объектов (но не более восьми), а также осуществить ограниченное число последовательных действий.

Исследования анатомического строения мозга высших приматов дают основания полагать, что асимметрия височных долей левого и правого полушарий (кроме, естественно, человека) присуща только шимпанзе — определенная часть левой доли у них более развита. Это свидетельствует о наличии уже сформировавшихся в мозге этих антропоидов преадаптивных морфологических структур, ответственных за знаково-символическое мышление. В то же время экспе-

риментальные данные показывают, что поражения височных долей неокортекса у шимпанзе не приводят к нарушению вокализации, к каким-либо фатальным изменениям в репертуаре криков и звуков, которые, по-видимому, управляются главным образом их лимбической системой. Но в отличие от символической коммуникации шимпанзе человеческая речь управляется неокортексом — это перемещение локализованного центра управления звуковым языком соответствовало важному эволюционному переходу к тесной интеграции когнитивных программ, управляющих мышлением и речью, и к обучению общению. Зачатки латерализации высших когнитивных функций у шимпанзе, их удивительная способность к символической коммуникации, включающей, видимо, даже какие-то простейшие элементы звукового языка, а также к усвоению языка жестов и общению с человеком указывают лишь на начальные стадии этого эволюционного перехода.

Конечно, знаково-символическое мышление шимпанзе не выходит за пределы весьма рудиментарного уровня, и его кооперация с доминирующим перцептивным мышлением не дает значительных результатов, как это имеет место у гоминид. Эксперименты приматологов убедительно показывают, что перцептивные образы и представления шимпанзе репрезентируют только конкретные объекты (или ситуации). Их мышление, видимо, также не «подпитывается» низкоуровневыми когнитивными программами, обеспечивающими генерацию более абстрактных перцептивных репрезентаций и символическое кодирование их смысла. Они сталкиваются с непреодолимыми для себя трудностями, если приматологи ставят перед ними задачи, предполагающие распространение результатов перцептивного научения на какую-то новую область. Так, например, несмотря на многочисленные попытки обучить шимпанзе различать сенсорные модальности, они оказываются не в состоянии использовать уже имеющееся у них представление о свойствах яркого и тусклого света для того, чтобы распознать различия между громким и тихим звуками.

Перцептивное мышление шимпанзе и других высших антропоидов, видимо, также в принципе не способно выявить скрытую, лежащую за пределами их сенсорного поля когнитивную информацию, если ее адекватный смысл не может быть выявлен благодаря действиям, манипулированию с предметами или извлечен из прошлого опыта. Всякий раз отсутствие элементарных знаний, касающихся, например, статики и кинематики, оказывалось фатальной причиной неудачных попыток животных решить задачу, которая предполагала наличие адекватного понимания соответствующих условий. В то же время накопление подобного рода знаний наталкивается на ограниченные возможности долговременной эпизодической памяти человекообразных обезьян. В особенности это касается запоминания сложных поведенческих сценариев, состоящих из большого числа последовательных движений, которые для своего целостного понимания требуют символизации временной последовательности, т. е. использования знаково-символических форм репрезентации мысли — чисел, схем, слов и т. д. Таким образом, дальнейшая эволюция знаково-символического мышления, кроме всего прочего, предполагала также и соответствующие эволюционные изменения в когнитивных структурах, ответственных за работу кратковременной и долговременной памяти.

5.2.3. Человеческое знаково-символическое (логико-вербальное) мышление

Анализ экспериментальных данных, касающихся высших когнитивных способностей шимпанзе — наших ближайших из ныне живущих филогенетических родственников, — дает дополнительные основания полагать, что интеллектуальное превосходство гоминид, и в особенности современного *Homo sapiens sapiens*, — это в основном результат эволюции вербальной коммуникации и естествен-

ного языка, превратившегося в инструмент знаково-символического мышления. Это также и результат эволюции перцептивного сознания, его «достраивания» когнитивными структурами, которые постепенно обрели функции центрального контроля речи, знаково-символического мышления и интегрированных с ними высших когнитивных функций. И, наконец, это также и результат совместной эволюции тесно взаимодействующих и взаимодополнительных мыслительных систем правого и левого полушарий.

По-видимому, символьная коммуникационная система давала древним гоминидам большие адаптивные преимущества. Не исключено, что это было связано с радикальным изменением их образа жизни — переходом от собирательства и охоты на мелкую дичь к охоте на средних, а затем и крупных животных. Успешный охотничий промысел в условиях саванны, конечно же, требовал координации действий членов сообществ, управления этими действиями. Систематическая охота способствовала развитию высших когнитивных функций, включая элементы сознательного управления, его распространению на сферу обмена адаптивно ценной информацией, а следовательно, и формированию более развитой коммуникационной системы. Давление естественного отбора по когнитивным функциям оказалось направленным на генерацию и эволюционные изменения комплекса когнитивных программ, обеспечивающих развитие необходимой для выживания гоминид вербальной коммуникации и тесно интегрированного с речью *логико-вербального* мышления — специфической, присущей только людям разновидности знаково-символического мышления. Биологически этому соответствовало смещение локализованного центра управления звуками у гоминид из лимбической системы в неокортекс⁵.

⁵ Об эволюции языка и знаково-символического мышления см.: Deacon T. W. The Symbolic Species: the Co-evolution of Language and the Brain. New York, 1997; Dunbar R. Grooming, Gossip and the Evolution of Language. Basic Books, 1997.

Понятно, что развитие у гоминид вербальных способностей (первоначально еще весьма примитивных, обеспечивающих, например, речепродукцию лишь в виде нечленораздельного мычания или пения) предполагало наличие в их мозге каких-то уже сформировавшихся преадаптированных морфологических структур, которые в ходе дальнейшей биологической (когнитивной) эволюции стали бы ответственны за речь. Одну из таких структур — зону Брока — действительно удалось обнаружить в результате исследований ископаемых останков черепа *Homo habilis*. Однако овладение хотя бы простейшими элементами речепродукции (но, конечно, намного более развитыми, чем это имеет место у современных шимпанзе-бонобо) требовало также весьма существенных морфологических видоизменений гортани и мышц рта и развития координации языка, гортани и губ, без которой невозможна правильная артикуляция звуков. К тому же речь, как отмечал еще в свое время психолог Б. Кэмпбелл, «есть нечто большее, чем соединение звуков. Она представляет собой процесс кодирования мысли в серии регулярных и связанных между собой звуков»⁶. Это кодирование происходит в коре головного мозга, что, конечно же, предполагает формирование преадаптивных структур и соответствующую эволюцию тех ее участков — переднего, заднего и теменного, — которые контролируют речь. Кроме зоны Брока, ответственной за речепродукцию и усвоение грамматики, функции речевого аппарата зависят также и от работы специализированных нейронных структур, локализованных в зоне Вернике, которые обеспечивают запоминание вербального материала⁷. В ходе биологической (ког-

⁶ *Campbell B. G. Human Evolution. An Introduction to Man's Adaptations. Chicago, 1966. P. 311.*

⁷ Новейшие исследования работы живого человеческого мозга с помощью сканеров магнитного резонанса позволили выявить, в частности, весьма любопытные корреляции между изучением иностранных языков и конфигурацией нейронных структур, образующих зоны Брока и Вернике. Оказалось, что в случае изучения иностран-

нитивной) эволюции гоминид зона Вернике формируется значительно позже, чем зона Брока (пока что ее удалось идентифицировать только у *Homo sapiens sapiens*), — у предшествующих видов гоминид, видимо, не было серьезных когнитивных проблем с запоминанием слов, фраз, более или менее объемных массивов вербально репрезентируемой информации.

Хотя конкретные гены развития, направляющие нейроэволюцию гоминид в течение периода, когда происходили преобразования их мозга, до сих пор остаются неизвестными, есть все же основания предполагать, что решающую роль в такого рода эволюционных изменениях, ведущих к образованию преадаптированных структур, сыграли дубликации (удвоения) генетического материала, прежде всего отдельных генов и коротких участков хромосом⁸. Возникшие

ных языков в раннем детстве конфигурация этих зон не меняется. В случае же изучения иностранных языков в зрелом возрасте конфигурация зоны Брока удваивается, а конфигурация зоны Вернике остается неизменной.

⁸ См.: *Фогель Ф., Мотульски А. Генетика человека. Т. 3. С. 18—19.* Соответствующие генетические исследования, в частности, показывают наличие довольно сильной корреляции между скоростью хромосомной эволюции и видообразованием, причем оба эти процесса у приматов протекают весьма быстро. В связи с этим возникает вопрос, как могла происходить фиксация селективно ценной хромосомной перестройки в популяциях древних гоминид, которая положила бы начало образованию нового вида *Homo*? По мнению генетиков, «такая ситуация может создаваться, когда брат и сестра наследуют от одного из своих родителей одну и ту же перестройку и производят в инцестном браке гомозиготное потомство». Поскольку древние гоминиды жили небольшими группами (40—60 человек), вероятность близкородственных скрещиваний значительно увеличивалась. Не означает ли это, что «новые виды приматов берут свое начало от одной пары особей? Или более конкретно: реально ли, что все человеческие существа происходят от одной предковой пары? Как это ни удивительно, миф об Адаме и Еве как паре прародителей человечества может со временем получить научное обоснование» (*Фогель Ф., Мотульски А. Генетика человека. Т. 3. С. 14—15.*)

при удвоении новые участки ДНК могли затем эволюционировать и взять на себя выполнение каких-то новых функций, в то время как другая копия продолжала выступать в своей прежней роли. Конечно, нейроэволюцию (и эволюцию когнитивных способностей) нельзя сводить только к прогрессирующей *церебрализации*, т. е. к увеличению объема мозга и количества нейронов и нейронных сетей. Не в меньшей степени это и вопрос качественного роста, роста дифференциации центральной нервной системы, разнообразия групп и сетей нейронов. Характерная для нейроэволюции гоминид нарастающая дифференциация мозга, видимо, сопровождалась формированием отдельных когнитивных подсистем, которые стали выполнять соответствующие когнитивные функции. Постепенно к выполнению этих функций подключались более сложные когнитивные структуры, что позволило им обрести статус *способностей*. Одновременно возникала необходимость в интеграции множества разнообразных внутренних связей между когнитивными программами и их комплексами, а также в развитии центрального контроля со стороны символического (вербального) сознания, ответственного за управление важнейшими для выживания гоминид когнитивными функциями. Когнитивная система гоминид, по-видимому, аккумулировала все наиболее значимые достижения когнитивной эволюции организмов, обладавших нервной системой, за предшествующие 500 млн. лет. В пользу этого свидетельствует и «слоистая» структура мозга *Homo sapiens sapiens*: он состоит как бы из отдельно сформировавшихся строительных блоков, частично совпадающих уровней интеграции, между элементами и подсистемами которых имеют место как жесткие, так и гибкие функциональные связи и взаимодействия.

В силу избыточности генетических программ, направивших эволюцию мозга древних гоминид, появление у них преадаптивных структур, ответственных за речевую функцию, правомерно рассматривать как индикатор уже накопленного дополнительного резерва генетической информации, которая при определенных условиях внешней среды

могла быть частично востребована и реализована в виде каких-то качественных преобразований центральной нервной системы. Дальнейшее развитие речи и соответствующих способностей людей (прежде всего их знаково-символического мышления и символического [вербального] сознания) как возможное направление их когнитивной эволюции оказалось, таким образом, в прямой зависимости от возникновения новых факторов окружающей среды, которые обеспечили бы положительный естественный отбор только по этим когнитивным функциям. Однако человеческим популяциям для реализации новых возможностей ускорения когнитивной эволюции, эволюции мышления, символического сознания и культуры, возникших благодаря появлению речи, потребовались многие тысячелетия. Вполне вероятно, что *Homo erectus* (возраст наиболее древних ископаемых останков этого вида приблизительно 1,5 млн. лет) уже обладал способностями произносить отдельные звуковые сочетания и мычать. Каковы были темпы эволюции вербальной коммуникации гоминид, об этом в какой-то степени можно судить на основании данных современной лингвистической антропологии. Они дают основание полагать, что исчезнувшие только 35 тыс. лет назад представители ближайшего к нам подвида гоминид — неандертальцы — в силу особенностей строения своей гортани не могли произносить большинство звуков любого естественного языка. Таким образом, обретение когнитивной способности к общению на естественном языке скорее всего оказалось эволюционным достижением исключительно подвида *Homo sapiens sapiens*. Но до начала неолитической революции темпы когнитивного и культурного прогресса человеческих популяций оставались исключительно медленными.

Речевое общение в коллективах первобытных охотников и собирателей, вероятно, носило крайне ограниченный характер, довольствуясь лишь минимальным запасом слов и фраз, необходимых для передачи адаптивно ценной информации. Они использовались главным образом для обозначения смыслов перцептивных образов, представлений и

прототипов, каких-то их ассоциаций и сценариев, относящихся к предметам повседневного быта, животным и растениям, окружающей природе, социальным отношениям, а также к производству орудий охоты, приготовлению пищи и содержанию простейших религиозно-культурных верований. Некоторое представление о выразительных возможностях естественных языков наших далеких предков и их речевом общении дают результаты исследований лингвистами (с начала XX в.) языковых систем современных первобытных популяций, которые вплоть до последнего времени вели образ жизни преимущественно охотников и собирателей. Они могут служить довольно убедительными эмпирическими свидетельствами в пользу предположения, что первобытные люди «позднего каменного века» скорее всего располагали весьма простым и ограниченным арсеналом вербальных средств общения. Их естественные праязыки, сформировавшиеся в условиях доминирования пространственно-образного мышления, видимо, не обладали какой-то аналитически дифференцированной грамматической структурой и относительно автономными лингвистическими механизмами генерации слов и предложений.

Так, например, оказалось, что в языке американских индейцев племени нутка (*nootka*) отсутствует какая-либо заметная дифференциация имен существительных и глаголов; простейшей единицей речи здесь выступает предложение, информирующее об отдельном событии или нескольких некоем образом связанных между собой событиях. В отличие от индоевропейских (и некоторых других языков) язык этого племени не воспроизводит концептуальную дихотомию или, иными словами, противопоставление между двумя артикулированными классами — объектами и действиями. В языке другого индейского племени — новахо (*no-va-ho*) использование конкретного словесного варианта глаголов зависит от внешнего вида или очертаний (формы) объектов разговора. Поэтому, например, для обозначения смысла понятия «поднять» в предложениях типа «поднять круглый мяч», «поднять длинную и тонкую палку» и «под-

нять лист бумаги» на языке новахо необходимы различные сочетания звуковых символов, различные глаголы⁹. Эти и ряд других подобного рода данных, на наш взгляд, вполне могут служить также достаточно серьезным аргументом в пользу предположения, что в древнейших праязыках слова, видимо, выступали лишь в качестве звуковых символов, обозначающих смысл (концепт) перцептивных образов, представлений и прототипов или их связанных последовательностей — сценариев. Конечно, сам по себе тот или иной формат (способ) репрезентации когнитивной информации еще не предопределяет доминирующие мыслительные стратегии, используемые для ее переработки. Арсенал и характер этих стратегий зависит от межполушарных взаимодействий, их соотношения и доминирующего когнитивного типа мышления и т. п., которые эволюционируют благодаря селективному давлению факторов окружающей среды. Оставаясь только «метками» смыслов конкретных перцептивных репрезентаций — образов, представлений, прототипов и сценариев, — слова и предложения древнейших праязыков отображали довольно рудиментарный эволюционный уровень человеческого логико-вербального мышления. Их выразительные возможности были хорошо адаптированы к когнитивным особенностям архаического, преимущественно пространственно-образного мышления.

Мощное давление народонаселения в конце последнего ледникового периода привело к появлению интенсивного собирательства и, особенно, специализированных форм охоты на крупных животных, таких как мамонт или дикая лошадь, которые требовали искусной стратегии и плано-

⁹ Более подробно см., например: *Glucksberg S. Language and Thought // The Psychology of Human Thought / Ed. by R. Sternberg, E. Smith. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. P. 233–236.* Неудивительно, что язык новахо весьма успешно использовался американцами в качестве военного кода в период Второй мировой войны, так как закодированные на этом языке сообщения не поддавались расшифровке с помощью стандартных статистических методов.

мерной организации действиями сотен людей. Эти изменения в образе жизни, конечно, повлекли за собой коренные изменения в вербальной коммуникации между членами человеческих популяций. Военные конфликты и образование союзов племен, совместная миграция в новые районы местобитания, усложнение социальной структуры человеческих популяций и их общественной жизни и, наконец, несомненные успехи в развитии духовной и материальной культуры, пожалуй, еще в большей степени способствовали тому, что древние праязыки стали завоевывать признание за пределами отдельных, ранее изолированных, коллективов первобытных охотников и собирателей, постепенно эволюционируя в полноценные естественные языки, способные выражать гораздо более сложный комплекс предметов и явлений, присущих материальной и духовной жизни человеческих сообществ. Таким образом, еще сравнительно задолго до перехода к земледелию в некоторых географических регионах нашей планеты могли возникнуть факторы внешней среды, которые стали оказывать сильное селективное давление на когнитивную эволюцию отдельных древних первобытных популяций *Homo sapiens sapiens* в направлении формирования у них более развитых речевых способностей, а соответственно, и способностей к знаково-символическому (лого-вербальному) мышлению и символному (вербальному) сознанию. Возможно, достигнутый этими популяциями уровень когнитивного развития способствовал их более быстрому переходу от собирательства и охоты к скотоводству и земледелию, занятия которыми первоначально, видимо, не носили систематического характера, а являлись лишь дополнительным источником пищевых ресурсов.

Совокупность постоянно действующих факторов окружающей среды, давление которых действительно могло оказать радикальное воздействие на развитие речевой функции людей и одновременно послужить мощным катализатором быстрого (по предшествующим историческим меркам) формирования у некоторых популяций *Homo sapiens sapiens* тесно связанного с речью относительно самостоятель-

ного левополушарного, знаково-символического (лого-вербального) мышления, видимо, возникла лишь не намного ранее VIII тысячелетия до Р. Х. Именно в этот период в отдельных регионах нашей планеты — прежде всего на Ближнем Востоке, а затем в Египте, Индии и Китае — сообщества охотников и собирателей постепенно оказались вынужденными (а частично, видимо, и насильно принужденными) связать свою судьбу исключительно с сельскохозяйственным производством и окончательно перейти к оседлому образу жизни. Дикорастущие плоды, растения и обитающие в природных условиях животные перестали служить для людей единственным источником пищевых ресурсов. Скотоводство и возделывание угодий постепенно превратили землю из общего достояния всех человеческих популяций, ведущих кочевой образ жизни, в собственность отдельных племен, в принадлежащее только им средство сельскохозяйственного производства. Соответственно, каннибализм, характерный для сообществ первобытных охотников, стал изживать себя. Военнопленного не надо было кормить из общих скудных ресурсов, добытых охотой и собирательством. Он мог прокормить не только себя, но и других членов захватившего его в плен племени своим трудом на земле, если его превратить в раба, в такое же, как и земля, средство производства пищи, и под угрозой наказания заставить работать.

Развитие сельскохозяйственного производства в отдельных, благоприятных в климатическом отношении, регионах нашей планеты привело там к резкому росту народонаселения, так как благодаря невиданному увеличению пищевых ресурсов, в том числе и домашнего скота, появилось альтернативное молочное питание, и не нужно было длительный период кормить детей материнским молоком. Возникает разделение труда и формируются рудименты государственной власти, государственных институтов: часть оседлого населения стала специализироваться на сельскохозяйственном производстве, а другая — исключительно на его охране от набегов многочисленных кочевых племен, все еще ведущих образ жизни охотников и собирателей. Появляются пер-

вые города как местопребывание центральной власти, собирающей налоги на содержание профессиональной вооруженной охраны, возникает торговля, обеспечивающая города необходимыми товарами. Конечно, достаточно эффективное централизованное управление относительно большими территориями, на которых оседло живут разноязычные племена, а также регистрация прав собственности, торговых операций и т. д. в стабильном аграрном обществе требовали какого-то общего символического языка. Первоначально такой язык общения (иконография и идеография) мог быть только изобразительным, рисуночным, не связанным с живой речью людей, с произнесением звуков.

Самым ранним из обнаруженных археологами «иконографических» изображений, нанесенных первобытными людьми на стенах пещеры, около 27 000 лет. Скорее всего, первоначально эти изображения использовались исключительно в ритуалах «симпатической магии» для обозначения смыслов сакральных образов и представлений. Эффективность иконографии как средства репрезентации мысли, не связанного с живой речью, в дальнейшем открыла путь ее применению для коммуникации между людьми. Огромным шагом вперед стало изобретение идеографического письма, в котором символические изображения обладали не буквальным, а коннотативным значением. Так, например, нарисованный круг мог обозначать смысл многих мысленных образов — Солнца, солнечного тепла, бога Солнца и т. д. Письменность, т. е. письменная символизация мысли, впервые получила довольно широкое распространение только менее 6 тыс. лет назад в Древнем Шумере, где в условиях стабильного аграрного общества возникла необходимость регистрировать акты гражданского состояния — право собственности, операции по передаче имущества, торговые сделки с зерном, рабами и т. д. Рисунок наносился резцом на квадратную глиняную дощечку. Позднее писцы стали вдавливать острие резца в глину, оставляя в ней характерный отпечаток в форме клина. Поэтому этот тип пиктографического письма получил название *клинописи*. В распоряжении археологов, прав-

да, есть некоторые свидетельства, которые указывают, что за 5000 лет до Р. Х. в Древнем Египте уже существовало пиктографическое (рисуночное) письмо. Пиктографические символы (рисунки) имели изоморфное сходство с перцептивными представлениями, смысл которых они обозначали.

Из пиктографии (языка рисунков) постепенно развилось иероглифическое письмо (египетское, лувийское, клинопись Двуречья и т. д.), а из него — линейное слоговое письмо (например, письмо минойцев — древних жителей Крита). Алфавитное (фонетическое) письмо, в котором каждому символу алфавита (или их сочетаниям) соответствует звук (фонема) живой речи, впервые удалось создать эллинам только в начале I тысячелетия до Р. Х. путем преобразования заимствованных у финикийцев слоговых знаков.

Несмотря на изобретение и развитие письменности, открытие элементов прикладной математики, значительное накопление культурной информации и практических знаний, выразительные возможности естественных языков как средства коммуникации в древних аграрных обществах все еще, видимо, оставались весьма ограниченными. В течение длительного исторического периода с момента зарождения древневосточных цивилизаций архаическое, преимущественно образное мышление людей в весьма широких масштабах продолжало использовать *довербальные* средства передачи адаптивно ценной, социально значимой культурной информации, в которых смысл перцептивных репрезентаций (образов, представлений, прототипов, сценариев и т. д.) «овеществлялся» и транслировался с помощью несловесных символов и знаков, изображений, рисунков, жестов и, наконец, языка действий — ритуалов, танцев и т. д. Лишь постепенно довербальные средства коммуникации между людьми дополнялись и вытеснялись все более артикулированным словесным языком, который в дальнейшем превратился в доминирующее средство коммуникации между людьми и стал выполнять новую для себя когнитивную функцию в качестве инструмента их знаково-символического (логико-вербального) мышления.

С помощью средств естественного языка появилась возможность создавать идеальные концептуальные модели событий, объектов, признаков объектов, связей и отношений между ними. Первоначально слова и словосочетания обозначали смысл только перцептивных мысленных репрезентаций — этого было вполне достаточно для весьма ограниченной вербальной коммуникации внутри небольших популяций гоминид. Появление достаточно развитых, артикулированных естественных языков, обладающих синтаксической (грамматической) структурой, своими сугубо лингвистическими механизмами генерации слов, означало, что в распоряжении людей оказался естественный инструмент, позволяющий человеческому мышлению выйти за пределы смыслов перцептивных репрезентаций, а также когнитивного и даже воображаемого пространства. Такие языки обнаружили способность порождать слова и их сочетания, обозначающие идеальные понятия, в определенных границах они стали «навязывать» людям идеальные концептуальные модели окружающей среды и их собственного существования. Только благодаря появлению относительно развитых естественных языков стало возможным формирование более сложных идеальных концептуальных (мыслительных) систем — рассказа, повествования и мифа, которые обладают еще большей, чем суждения, информационной емкостью и содержат избыточную концептуальную информацию (т. е. больше информации, чем это необходимо для понимания). Таким образом, эволюция вербальной репрезентации мысли, формирование все более богатых по своим выразительным возможностям и более артикулированных естественных языков открыло перед отдельными человеческими популяциями принципиально новые возможности развития знаково-символического (логико-вербального) мышления, а следовательно, и расширения информационного контроля окружающей среды и внутренних состояний людей.

Эволюция естественного языка и человеческого знаково-символического мышления, видимо, сопровождалась параллельной эволюцией когнитивных структур, ответственных

за сознательный контроль и управление мыслительными процессами. Использование простейших элементов вербальной коммуникации, например отдельных слов или словосочетаний, обозначающих смысл перцептивных репрезентаций, скорее всего, не требовало сознательных усилий и сознательного управления. (Об этом, в частности, свидетельствует опыт общения приматологов с шимпанзе на армсленге.) Напротив, вербальное кодирование более сложных мыслей, например последовательности суждений, объединенных общим для них смыслом, доступным для понимания других людей, предполагает определенный уровень сознательного контроля, сознательного управления речью и логико-вербальным мышлением (включая вербальное понимание). Благодаря возникновению и развитию символического (вербального) сознания, получившего в управление комплекс высших когнитивных функций, эволюция невербальной символической репрезентации мысли увенчалась изобретением письменности и математики.

Хотя представления о простейших геометрических фигурах, скорее всего, возникли в результате генерации соответствующих перцептивных абстракций — прототипов, изобретение символического обозначения их смыслов открыло путь к аналитической конструктивизации геометрических форм и их превращению в идеальные математические объекты. Благодаря символизации появилась возможность мысленно представить эти объекты в воображаемом *идеальном геометрическом пространстве* с помощью перцептивно воспринимаемых чертежей, схем и рисунков. Оказалось, что, пользуясь чертежами, в таком пространстве можно построить идеальные геометрические фигуры с наперед заданными, математически вычисленными параметрами. Благодаря изобретению математики, открытию математических формализмов — специфических идеальных структур знаково-символического мышления — в распоряжении людей оказался мощнейший инструмент анализа, позволяющий вычислить и выявить потенциально содержащуюся в концептуальных объектах информацию. Постепенно математические форма-

лизмы обрели новую функцию — они стали инструментом порождения новых понятий и новых концептуальных структур (систем).

Хотя вербальная и невербальная символизация мысли, появление письменности и открытие идеальных математических структур знаково-символического мышления раскрыли перед человечеством принципиально новые возможности коммуникации и мысленного манипулирования символической информацией, люди были бы лишены появившихся в связи этим когнитивных преимуществ, если бы они не оказались в состоянии создать связанную картину, мысленный образ ситуации в целом, т. е. обнаружить смысл того, о чем они говорят, что они воспринимают и делают. Другими словами, без общего *понимания* ситуации как целого, которое обеспечивается механизмами правополушарного пространственно-образного мышления, без наделения ее внутренним смыслом невозможен никакой акт коммуникации, а манипулирование символами просто превратилось бы в бесплодное занятие. Ведь язык — это не только грамматически правильно построенные предложения или текст: лишенные содержательного смысла, они останутся недоступными для понимания, поэтому мысленное манипулирование символами становится эффективным лишь в той степени, в какой оно содействует реализации частично не артикулированных актов понимания и опирается на их результаты. В свою очередь, эффективность пространственно-образного мышления также оказывается в зависимости от того, может ли оно учитывать и интегрировать результаты левополушарной, аналитической мыслительной активности и, ориентируясь на них, продуцировать новое целостное понимание. Без такого углубления и расширения горизонта пространственно-образного мышления, без достижения нового уровня понимания и его осознания, а соответственно, и без появления когнитивных структур, обеспечивающих выявление многозначных связей и создание упорядоченного смыслового контекста, использование символических обозначений и мысленное манипулирование символами не позволили бы полу-

чить никакого прироста когнитивной информации. Разумеется, это касается не только естественных языков, но и применения любых иных символических средств репрезентации мысли.

Таким образом, преимущества знаково-символического (логико-вербального) мышления раскрываются только благодаря его взаимодействию с мышлением пространственно-образным. Правда, наши системы лево- и правополушарного мышления полностью не переводимы друг в друга. Но эти системы тесно взаимосвязаны между собой, они взаимозависимы и взаимодополнительны. В пользу этого свидетельствуют многочисленные данные наблюдений нейрохирургов за пациентами. Эти данные, в частности, дают основания полагать, что в состоянии бодрствования для осознания процессов вербализации необходимо их наполнение конкретным перцептивным содержанием, а это обеспечивается сознательно направляемым отбором перцептивных образов и представлений из репертуара правого полушария. Оказалось, что вербальная активность левого полушария контролируется и направляется интенциональностью правого полушария, в то время как осознаваемая активность пространственно-образного мышления — интенциональностью левого полушария¹⁰. Конечно, проявляющееся в ходе когнитивной эволюции нарастание межполушарной асимметрии человеческого мозга, все увеличивающаяся дифференциация его функций и доминирование левой гемисферы и т. п. приводят к изменениям в межполушарной кооперации, к перераспределению объемов и типов решаемых задач между пространственно-образным мышлением и мышлением знаково-символическим (логико-вербальным). Однако такие эволюционные изменения в когнитивной системе людей носят адаптивно ценный характер. Когнитивная эволюция человеческих популяций в принципе не может быть направлена на *снижение*

¹⁰ См., например, *Зенков Л. Р. Бессознательное и сознание в аспекте межполушарного взаимодействия // Бессознательное: Природа. Функции. Методы исследования. Тбилиси, 1985. Т. 4. С. 224—236.*

их приспособленности. За последние 10 тыс. лет она обеспечила исключительный рост эффективности нашего мышления как инструмента информационного контроля окружающей среды и внутренних состояний людей.

В результате совместной эволюции систем обработки когнитивной информации правого и левого полушарий у отдельных популяций *Homo sapiens sapiens* знаково-символическое (логико-вербальное) мышление становится доминирующим, т. е. статистически преобладающим¹¹. Применительно к этим популяциям эволюцию мышления, видимо, можно рассматривать как постепенный переход от преимущественно пространственно-образного мышления к мышлению преимущественно знаково-символическому (логико-вербальному)¹². Разумеется, когнитивная эволюция предполагает не только изменения в стратегиях переработки когнитивной информации, в генетически контролируемых стратегиях нашего знаково-символического (логико-вербального) и пространственно-образного мышления, но и эволюцию всех без исключения высших когнитивных способностей, и в первую очередь саморефлексии и сознательного управления, а также, видимо, и тесно интегрированных с мышлением относительно низкоуровневых когнитивных программ и их комплексов.

5.3. Мышление как информационный процесс

Благодаря все более широкому применению моделей переработки информации в когнитивной науке, в нейробиологии, нейрофизиологии и нейропсихологии, а также в об-

¹¹ См., например: Zaidel D. Different Organization of Concept and Meaning Systems in the Two Cerebral Hemispheres // Psychology of Learning and Motivation. Vol. 40. 2000. P. 1–21.

¹² Более подробно см.: Меркулов И. П. Когнитивная эволюция. М., 1999. Гл. 2.

ласти исследования искусственного интеллекта за последние десятилетия были получены многочисленные экспериментальные данные, касающиеся мышления и других высших когнитивных способностей. Несомненные успехи информационного подхода, позволившего когнитивной науке создать принципиально новую теоретическую картину мыслительных процессов, на наш взгляд, требуют адекватной эпистемологической интерпретации. При этом вполне можно оставить открытым вопрос о том, до какого предела искусственный интеллект способен имитировать человеческое мышление. В современной философии сознания на этот счет высказываются различные точки зрения. В частности, сторонники *слабой* версии теории искусственного интеллекта считают, что соответствующим образом запрограммированный компьютер может только *моделировать* мыслительные акты человека, в то время как сторонники *сильной* версии допускают, что запрограммированные компьютерные устройства действительно *мыслят* и в силу этого могут находиться в соответствующих когнитивных состояниях. В первом случае компьютерное устройство оказывается способным лишь к *когнитивной симуляции*, т. е. оно просто имеет тот же самый вход и выход, что и человеческое мышление. Но если компьютер действительно мыслит, то это означает, что он способен к *когнитивному дублированию*, которое предполагает воспроизведение вычислительным устройством причинных отношений между мысленными репрезентациями, генерируемыми человеческим мозгом. И, наконец, «компьютерное мышление» может означать также возможность *когнитивной эмуляции*, когда вычислительное устройство оказывается не только способным воспроизводить причинные отношения между генерируемыми человеческим мозгом мысленными репрезентациями, но и сделано из того же самого «железа» — нервных клеток (нейронов). Конечно, нейронные сети человеческого мозга нельзя воссоздать с помощью силиконовых микропроцессоров. Но биотехнологии быстро развиваются, и молекулярные биологи уже предпринимают попытки использовать молекулы ДНК для

решения сложных вычислительных задач. Поэтому если мышление рассматривать как эмергентное свойство органической материи, обрабатывающее информацию нейронных систем мозга, то лишь в случае создания дублирующих вычислительных устройств из соответствующего материала оно действительно будет обладать способностью мыслить.

Однако подавляющее большинство сторонников сильной версии не идут столь далеко в своих допущениях и не соглашаются с условием эмуляции мыслительных актов человека в вычислительных устройствах. Они считают правомерным рассматривать мышление как сугубо функциональное свойство когнитивных (информационных) систем, которое совершенно не зависит от типа физического устройства, от конкретного типа «железа». Эта точка зрения отражает мнение многих ученых и инженеров, создателей новых компьютерных систем и программного обеспечения, которым за последние десятилетия удалось разработать и практически реализовать в современных информационных технологиях два стандартных вычислительных подхода к моделированию человеческого мышления — *символизм* (symbolicism) и *коннекционизм* (connectionism).

Классический символизм исходит из предположения, что человеческое мышление *функционально эквивалентно* мышлению компьютерного интеллекта, состоящего из центрального процессора, который в состоянии последовательно (т. е. один элемент за другим) обрабатывать единицы символической информации¹³. Сторонники коннекционизма, со своей стороны, полагают, что идея центрального цифрового процессора в принципе неприменима к человеческому мозгу в силу ее несовместимости с соответствующими ней-

¹³ В философии сознания этой позиции придерживались Д. Деннет, Дж. Фодор и др. См.: *Dennett D. C. The Logical Geography of Computational Approaches: A View From the East Pole // The Representation of Knowledge and Belief / Ed. by M. Brand, R. Harnish. Arizona: University of Arizona Press, 1986; Fodor J. A. Computation and Reduction // Minnesota Studies in the Philosophy of Science. Vol. 9. Minnesota, 1978.*

робиологическими данными, а перерабатываемая информация не обязательно символическая. С их точки зрения, гораздо более адекватная симуляция мыслительных процессов может быть достигнута с помощью искусственных нейронных сетей — систем взаимосвязанных вычислительных элементов, «формальных» нейронов¹⁴. Такого рода компьютерные устройства в состоянии обрабатывать самую разнообразную (в том числе и символическую) информацию, которая сохраняется как паттерн установленных между узлами соединений. Как оказалось, по сравнению с обычными цифровыми компьютерами устройства, функционирующие наподобие нейронных сетей, обладают рядом неоспоримых преимуществ. Они, в частности, могут эффективно распознавать перцептивные образы, обучаться, решать сложные задачи (когда входящая информация сопровождается шумом, а также когда решение невозможно найти с помощью простого алгоритма) и т. д. Однако в решении некоторых аналитических задач, требующих основанной на четких правилах обработки информации более высокого уровня, например обучения языку, они пока что уступают цифровым компьютерам.

По-видимому, функционирование компьютерных устройств, состоящих из искусственных нейронных сетей, во многих отношениях действительно напоминает работу нашего правополушарного, пространственно-образного мышления. Ведь благодаря «встроенной», генетически запрограммированной холистической стратегии это мышление

¹⁴ Это направление возникло в начале 1980-х гг. главным образом благодаря усилиям исследовательской группы по изучению параллельной распределенной обработки информации (PDP Research Group). В 1986 г. членами этой группы (Д. Мак-Клеlland, Д. Румелхарт, Д. Хинтон, П. Смоленский и др.) была сформулирована новая концепция коннекционизма в качестве альтернативы классической «символьной парадигме». См.: *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition / Ed. by J. L. McClelland, D. E. Rumelhart. Cambridge (Mass.): MIT Press/Bradford Books, 1986.* См. также: *Green Ch. D. Scientific Models, Connectionism Networks, and Cognitive Science // Theory and Psychology. Vol. 11. 2001. P. 97–117.*

способно параллельно перерабатывать значительное число одновременно поступающих на «вход» единиц когнитивной информации. Что касается работы нашего левополушарного, знаково-символического (логико-вербального) мышления, то предположение о его *функциональном подобии* цифровому компьютеру также не лишено оснований. Конечно, нам еще многое предстоит выяснить: каким образом, с помощью каких кодов, многократного перекодирования, сжатия информации и т. п. наш мозг обрабатывает когнитивную информацию. Не исключено, что наша ДНК есть не что иное, как цифровой код наподобие того, что используется в компьютерных программах. Однако благодаря имеющемуся опыту компьютерного моделирования мыслительных процессов стало по крайней мере ясно, что мышление обязательно предполагает *внутреннюю ментальную репрезентацию* информации в когнитивной системе. Эта когнитивная репрезентация мысли не является синтаксической, подобно символическому языку, она также не локализована в отдельных нейронных узлах или нейронах, а распределена в когнитивной системе. Человеческая мысль с этой точки зрения возникает в результате образования сложных паттернов, действие которых распределено по относительно большим зонам неокортекса.

С учетом вышеизложенного мышление (в первом приближении) можно определить как *направляемый процесс переработки информации в когнитивной системе живых существ, который реализуется в актах манипулирования (оперирования) внутренними ментальными репрезентациями, подгоняющихся определенным стратегиям. В результате возникают новые ментальные репрезентации, смысл которых соответствующим образом соотносится с информационным содержанием самовосприятия или «Я-образов», с какими-то смыслами «Я-образов» (если речь идет о человеке)*. С точки зрения информационного подхода, мышление предполагает возникновение у познающего субъекта внутренних репрезентаций когнитивной информации, смысловое содержание которой выражается с помощью актов суждения (т. е. про-

позиционально). Хотя суждение мы не можем вербально определить без использования лингвистической структуры — предложения, это лишь означает, что применительно к человеческому мышлению суждения строятся по лингвистическому образцу, и этот образец (предложение) нужен для вербальной репрезентации суждения (мысли). Таким образом, в общем случае пропозициональное содержание мысли совершенно не обязательно должно получать репрезентацию только в речевых актах¹⁵.

В первой половине XX в. в психологии доминировали представления, которые явно или неявно отождествляли человеческое мышление исключительно с речью, с вербальным мышлением. Многие философы разделяли точку зрения Л. Витгенштейна, изложенную в его «Логико-философском трактате», согласно которой *человеческий язык и окружающий нас мир изоморфны*, а наш язык — это и есть наше мышление. Поскольку между языком и познаваемой действительностью нет никаких посредствующих когнитивных звеньев, они имеют одинаковую структуру. Именно поэтому основная задача философии, согласно взглядам Витгенштейна, сводится к критике языка. Весьма убедительные и довольно многочисленные экспериментальные данные, свидетельствующие о наличии у людей внесловесной мысли и разных форм филогенетически более древнего образного мышления, по разным причинам успешно игнорировались. Конечно, они явно не укладывались в прокрустово ложе «общественно-исторической сущности» человеческого мышления. Но их не удавалось объяснить и с позиции теории условных рефлексов, служившей надежным подспорьем разного рода

¹⁵ Согласно теории коммуникации, событие А передает некоторое количество информации о появлении другого события В, если в результате фиксации события В происходит изменение оценки вероятности события А. Таким образом, информация, сообщаемая некоторым событием, всегда имеет некий пропозициональный смысл независимо от того, в какой форме она выступает — в виде генетического кода или кодов когнитивной информации, создаваемой на основе сигналов, извлекаемых из окружающей среды.

бихевиористских представлений, доминировавших в психологии первой половины XX в. До появления в конце XX в. принципиально новых экспериментальных устройств, позволяющих исследовать работу человеческого мозга в реальном времени, и выявления взаимосвязей между генами и работой нашей когнитивной системы речь и вербальное мышление людей рассматривались многими философами и психологами как формы сугубо культурного поведения, т. е. по сути дела как некие внеприродные феномены, на которые в принципе не распространяются законы биологической эволюции. Соответственно оказывалось, что когнитивные способности людей к перцептивному восприятию и образному мышлению не претерпевают существенных эволюционных изменений в ходе филогенеза и обречены оставаться законсервированными на уровне соответствующих способностей высших приматов. Имеющиеся данные о нейроэволюции и когнитивной эволюции человеческих популяций практически исключают такую возможность — нарастающая в филогенезе асимметрия человеческого мозга и все увеличивающаяся дифференциация его функций, естественно, не отменяли межполушарную кооперацию и не могли послужить нейрофизиологической основой развития только тех когнитивных способностей людей, которые связаны исключительно с функциональной активностью левого полушария.

Проведенные в последние десятилетия многочисленные исследования когнитивных психологов дают основания полагать, что человеческое мышление не обязательно нуждается в вербальных кодах: люди могут мыслить не только в терминах естественного языка, но и при помощи конкретных представлений, образов и сценариев, а также прибегать к услугам мыслительных действий, которые, видимо, нельзя идентифицировать с каким-либо единственным перцептивным или вербальным кодом¹⁶. Таковы, например, неосознаваемые ментальные процессы, результа-

¹⁶ См, например: *Glucksberg S. Language and Thought // The Psychology of Human Thought. P. 218.*

том которых оказывается внезапное появление в поле человеческого сознания какой-то новой идеи, догадки, решения проблемы и т. д. Весьма продуктивной формой невербального мышления является наша способность к манипулированию визуальными представлениями и их элементами. В результате таких манипуляций происходит развертывание латентно содержащейся в перцептивных представлениях информации, выявление нового знания, которое иногда просто невозможно или весьма затруднительно получить вербально. Примером может служить географическая карта, позволяющая нам визуальным образом извлечь огромный массив информации относительно расположения населенных пунктов, расстояния между ними, кратчайших маршрутов, обходных дорог и т.л. Мысленно совмещая друг с другом две геометрические фигуры, мы можем визуальным образом обнаружить их конгруэнтность. Если перед нами поставлен вопрос, можно ли при написании данной буквы алфавита (например, «р») ограничиться лишь прямыми линиями или для этого потребуются по крайней мере хотя бы одна кривая, то мы также полагаемся исключительно на возможности пространственно-образного мышления. Человеческое мышление способно манипулировать не только буквами, словами, рассказами и перцептивными репрезентациями, но и картинками, графиками, фотографиями, цифрами, символами, формулами, картами, статистикой и т. д.

По мнению ряда когнитивных психологов (в частности, З. Пилишина), есть достаточно веские основания предполагать, что все ментальные репрезентации, а соответственно и человеческое мышление (и знание) в целом, если его рассматривать с информационной точки зрения, имеют пропозициональную (концептуальную) природу, а не перцептивно-образную или символично-вербальную¹⁷. Наша мысль мо-

¹⁷ См.: *Pyllyshyn Z. W. What the Mind's Eye Tells the Mind's Brain: A Critique of Mental Imagery // Psychological Bulletin. Vol. 80. 1973. P. 1–24; Pyllyshyn Z. W. Validating Computational Models: A Critique of Anderson's Indeterminacy of Representation Claim // Psychological Review. Vol. 86. 1979. P. 383–394.*

жет использовать не только перцептивные, невербальные символичные и вербальные коды, но и коды абстрактные, *пропозициональные*, в которых, вероятно, заключены человеческие знания грамматики языка и базисной арифметики. Наличие пропозициональных кодов дает нам, в частности, возможность легко и быстро переводить мысль с перцептивного кода на вербальный и обратно. Многие понятия (причем не только обыденные, как, например, «этот стол» или «этот стул», но и сугубо научные) могут быть представлены в форме конкретных визуальных образов, а также с помощью различных вербальных кодов, т. е. соответствующих слов естественных языков. С этой точки зрения именно абстрактный пропозициональный код является *языком мысли*, а невербальные символы, слова и образы — это только конкретные формы ее представления¹⁸.

Пропозиция (суждение) — это простейшая идеальная абстрактная мыслительная структура, выражающая отношение предикации между субъектом и предикатом, между объектами и их признаками, отношения и взаимодействия между объектами и т. д. Из простых суждений («Этот человек спит») можно образовать более сложные, которые состоят из нескольких понятий и описывают взаимоотношения и взаимодействия между концептуальными объектами, причинные связи между ними и т. д. («Температура воды в сосуде при нагревании повышается, а ее объем увеличивается»). Последовательности суждений, объединенных общим смыслом, образуют более сложные концептуальные (мыслительные) системы, например умозаключение или повествование. Эти системы строятся по определенным законам, имеют свою структуру, отражая тем самым мыслительные способности людей кодировать и структурировать вербаль-

¹⁸ См.: Anderson J. R. *Cognitive Psychology and its Implication*. New York, 1980. Относительно данных, подтверждающих наличие внутренней пропозициональной репрезентации содержания мышления (и восприятия), см., например: Fodor J. A. *The Language of Thought*. New York, 1975.

ный материал. Повествование (или рассказ) можно структурировать на отдельные компоненты, а среди них выделить элементы более высокого и более низкого уровней аналогично тому, как это имеет место при грамматическом разборе состава предложения.

Элементарное суждение обычно определяют как мысль, в которой что-либо утверждается или отрицается. В естественном языке суждения могут быть выражены только посредством предложений. Но это свидетельствует лишь о том, что наша *вербализованная мысль* генерируется по структурному образцу повествовательного предложения развитого естественного языка. Предложения состоят из слов, структурные элементы которых (фонемы) не имеют концептуальных аналогов (в любом языке их не более 30–40). Изолированные слова далеко не всегда кодируют какое-то концептуальное содержание, они могут также обозначать различные, абсолютно не связанные между собой понятия, например, слово «лук» на русском языке обозначает оружие и растение. Одно и то же суждение, одну и ту же мысль вербально можно выразить с помощью различных предложений (в том числе на различных языках). Мы легко улавливаем смысл идиом и поговорок — например, «золотые руки», «бить баклуши», «мал золотник, да дорог» и т. д., — поскольку эти вербальные конструкции репрезентируют только закрепившиеся за ними суждения. Однако эти же суждения могут быть вербально выражены иными предложениями, не прибегая к услугам идиоматических конструкций и поговорок. Дословный перевод поговорок и идиом на иностранные языки, как правило, невозможен.

Человеческий естественный язык возник как инструмент «вторичного» кодирования необходимой для коммуникации когнитивной информации. Первоначально слова обозначали смысл перцептивных мысленных репрезентаций на языке идеальных объектов (абстракций) более высокого уровня, в которые может быть встроена новая когнитивная информация. В ходе социокультурной эволюции человеческих популяций и формирования более развитых

естественных языков стали возникать слова, которые обозначали смысл более абстрактных представлений и понятий. Поэтому было бы ошибочно утверждать, что все слова в равной степени «абстрактны», а перцептивные репрезентации — в равной степени «конкретны». Как свидетельствуют экспериментальные исследования когнитивных психологов, слова, обозначающие смысл конкретных перцептивных образов, например «моя кошка», «гора Машук» и т. д., а также смысл представлений и прототипов, имеющих перцептивно-образную репрезентацию, например «дерево», «яблоко», «собака» и т. д., одновременно подвергаются в нашей когнитивной системе двойной переработке с помощью различных мыслительных стратегий, присущих правому и левому полушариям¹⁹. Их последовательная переработка (как вербальных стимулов) координируется и приспособляется к параллельной переработке целостных перцептивных образов, смысл которых они репрезентируют. Однако вербальные стимулы, обозначающие смысл абстрактных понятий, не имеющих естественных перцептивных репрезентаций, например «законодательство», «мораль», «мгновенная скорость» или «скорость света», перерабатываются только последовательно. Не исключено, что систематические «сбои» в когнитивных механизмах двойного кодирования абстрактных понятий запустили процессы генерации новых когнитивных программ, позволивших нашему символическому (вербальному) сознанию и знаково-символическому мышлению продуцировать воображаемое идеальное трехмерное математическое пространство и осуществлять в нем мысленные манипуляции.

¹⁹ Использование нашей когнитивной системой двойного кодирования при переработке вербальных стимулов, обозначающих смысл конкретных перцептивных образов и представлений, было выявлено, в частности, при очень быстром предъявлении испытуемым наборов картинок и слов. Оказалось, что испытуемые запоминали большее количество картинок, но порядок предъявления стимулов воспроизводился ими лучше для слов. Более подробно см.: Солсо Р. Когнитивная психология. С. 282–285.

Межполушарная кооперация дает человеческому мышлению огромные когнитивные преимущества. Прибегая к услугам перцептивно-образных и символично-вербальных репрезентаций мысли, мы можем попеременно подключать соответствующие стратегии обработки когнитивной информации и извлекать пользу для себя из их специфических особенностей. Наше мышление способно объединять в информационные группы перцептивные образы и представления, соединяя их между собой смысловыми отношениями. Такие информационные группы могут быть закодированы с помощью «грамматики», синтаксиса паттернов. Если паттерны не объединены в смысловые группы, например случайный набор букв, геометрических фигур, музыкальных нот или позиций шахматных фигур на доске, то их вообще невозможно кодировать. Но если эти паттерны удалось объединить в смысловые структуры — рассказ, мелодию, архитектурное сооружение или шахматную защиту, то их смысл легко абстрагировать с помощью языка грамматики. Эксперименты когнитивных психологов показали, что если шахматные фигуры на доске расположены в случайном порядке, то воспроизвести их позиции одинаково затруднительно и новичку и мастеру. Если же расположение шахматных фигур имеет внутренний смысл, то мастер намного опережает новичка в его воспроизведении, так как он кодирует фигуры и группы фигур в некоторую шахматную мыслительную схему, наподобие того как мы объединяем слова в осмысленные предложения. Видимо, эксперт отличается от новичка прежде всего умением распознать смысл информационного паттерна как части (элемента) более крупной информационной структуры.

Воспроизведение числовых данных в виде графика позволяет исследователям и инженерам выявить скрытые функциональные отношения, о которых им ничего не было известно на основании самих этих данных. Сам по себе этот новый способ символической репрезентации не дает никакой новой информации — он лишь может подсказать, навести на мысль о виде формулы, которая, возможно, позволит бо-

лее или менее точно описать имеющиеся данные. Конечно, для определения вида формулы требуется профессиональная подготовка и привлечение соответствующих математических знаний²⁰. Но для того чтобы успешно справиться с этой задачей, необходимо нечто большее — формирование общего целостного понимания ее внутреннего смысла, которое обеспечивается когнитивными структурами правополушарного пространственно-образного мышления. Таким образом, графическая интерпретация числовых данных требует соответствующих знаний, навыков и определенного уровня искусства математического мышления. Это искусство аналогично искусству игры в шахматы, где одного лишь знакомства с правилами перемещения фигур также явно недостаточно для адекватного понимания внутреннего смысла шахматной позиции. Начинаящий шахматист, успешно усвоивший эти правила, обычно не в состоянии извлечь из формального расположения фигур, из их «синтаксиса» все значимые смысловые аспекты взаимоотношений между ними и выявить скрытые потенциальные возможности развития игры. Напротив, шахматист-профессионал способен обнаружить лежащее за синтаксической структурой богатое многообразие связей между фигурами и на основе возникающего у него целостного мысленного понимания конкретной позиции легко выделить основные направления перспективных стратегических ударов, даже не прибегая к детальному анализу всех имеющихся теоретически возможных вариантов.

Хотя исследуемый в логике дедуктивный вывод (т. е. логически необходимое следование заключения из приня-

²⁰ Так, например, при проведении наиболее правдоподобной кривой, кроме имеющихся числовых данных, очень важно использовать общие теоретические представления о том, как должна вести себя эта кривая при значениях аргумента, весьма близких к нулю, при больших значениях аргумента; необходимо также исследовать, проходит ли кривая через начало координат, пересекает ли она координатные оси, касается ли их и т. д.

тых посылок) управляется аналитическими стратегиями знаково-символического (логико-вербального) мышления, он также базируется на неформальных мыслительных актах когнитивных структур правого полушария, так как его необходимым условием выступает уже сложившееся общее понимание всего хода доказательства как целого, как целенаправленной процедуры, схемы. Кстати говоря, это верно не только в отношении дедуктивного вывода и логического следования, которые могут быть формализованы и представлены в виде соответствующих правил манипулирования символами, но и применительно к любым исследовательским приемам и методам познания. В силу сформировавшейся у людей в процессе эволюции межполушарной кооперации сознательно управляемая активность левого полушария (вербальная, логико-аналитическая и т. п.) координируется интенциональностью правого полушария. Поэтому дедуктивный вывод как процесс мысленного преобразования, приводящий к появлению нового понятия, отличного от исходного, может направляться соответствующими перцептивными репрезентациями из репертуара правого полушария. Оставаясь в «тени», вне фокуса сознания, они содержат общий смысл формализмов, а также аналитических приемов и методов познания²¹.

С другой стороны, если наше внимание фокусируется на общем смысле, на целостном понимании смысла дедуктивного вывода, исследовательского приема, метода познания и т. д., то мыслительная активность правого полушария будет направляться интенциональностью левого полушария и сопровождаться отбором понятий и категорий из его арсенала артикулированных знаний. Адаптация понятий к уже

²¹ Эксперименты психологов, в частности, показывают, что вероятность ошибок при решении испытуемыми силлогистических задач значительно снижается, если участвующие в выводах термины обладают перцептивными репрезентациями. Количество ошибок в силлогистических выводах увеличивается, если растет число альтернатив, генерируемых набором посылок.

имеющемуся пониманию смысла целого осуществляется без какого-то заметного участия символьного (вербального) сознания — выполнение этой задачи берут на себя относительно низкоуровневые когнитивные программы, управляющие правополушарными неосознаваемыми мыслительными процессами. О своей «подспудной» работе они, как правило, информируют наше подсознание и периферическое сознание — мы как бы смутно ощущаем какой-то диссонанс, дискомфорт. Несмотря на «автоматизм» и независимость своих стратегий от прямого, непосредственного сознательного контроля, филогенетически первичное пространственно-образное мышление достаточно эффективно. Оно способно успешно решить задачи, поставленные левополушарным знаково-символическим мышлением: интегрировать новые понятия, обнаруживать глубинные взаимосвязи между ними. Конечно, за счет символьного кодирования информационных комплексов и мысленного манипулирования символами мы приобретаем новые артикулированные знания, новую аналитически структурированную концептуальную информацию о частях целого. Но только благодаря подключению когнитивных структур правополушарного пространственно-образного мышления и их активности происходит интеграция новой концептуальной информации в целостную картину. Работа этих структур позволяет обнаружить новые взаимосвязи и структурные отношения между частями и целым и на их основе генерировать целостное мысленное понимание.

Открытие когнитивных типов мышления, отличающихся главным образом стратегиями переработки когнитивной информации, а затем и взаимосвязей между генами и работой когнитивной системы человека, дают достаточно веские основания полагать, что человеческое мышление (не говоря уже о мышлении других живых существ) в значительной мере направляется генетически и в силу этого подлечит (как и другие высшие когнитивные способности) биологической (когнитивной) эволюции. Мышление — это не процесс копирования или отражения каких-то внешних,

«онтологически первичных» механических воздействий, сигналов, их корреляций и зависимостей некими внеприродными «психическими конструкциями», а базирующийся на нейронных структурах нашего мозга и управляемый нашей когнитивной системой процесс переработки информации в соответствии с определенными, генетически контролируемыми стратегиями. Мышление обеспечивает информационный контроль окружающей среды, нашу адаптацию и выживание. Сознательное управление мыслительными процессами по своей природе носит ограниченный характер и, как и другие высшие когнитивные функции, эволюционирует в ходе биологической, когнитивной и культурной эволюции человеческих популяций. Формирование символического (вербального) сознания несоизмеримо увеличило эффективность нашего мышления, но эта эффективность была достигнута, конечно же, не за счет «отключения» направляющих мышление природных генетических механизмов.

Необходимо учитывать, что человеческое мышление как высшая когнитивная способность — это только «верхний этаж», надводная часть айсберга, которую мы осознаем и которой мы в состоянии управлять с помощью нашего символического (вербального) сознания. Но хотя мы действительно можем им управлять, это, конечно, не означает, что оно реально работает в соответствии с принципами абстрактной рациональности, заимствованными из арсенала классической философии²². К тому же его когнитивный уро-

²² Так, например, наши оценки вероятности наступления тех или иных событий часто ошибочны, так как они базируются на ограниченной выборке. Весьма любопытные экспериментальные исследования когнитивных психологов (в том числе Д. Канемана, Нобелевского лауреата 2003 г. по когнитивной науке) мыслительных процедур принятия решений, в частности, показывают, что «рамки» принятия решений обусловлены представлениями людей о действиях, результатах и непредвиденных обстоятельствах, связанных с конкретным выбором, они зависят от формулировки проблемы, а также от норм, привычек и личных характеристик индивидуума. См.: *Kahneman D., Tversky A. Subjective Probability: A Judgment of Representa-*

вень варьирует от популяции к популяции. Эффективность человеческого мышления базируется не только на мыслительных стратегиях правого и левого полушарий, но и на работе огромного числа тесно интегрированных с ним относительно низкоуровневых когнитивных структур — программ, метапрограмм и их комплексов. Эти когнитивные структуры также управляют мыслительными процессами, результаты которых «подпитывают» верхние этажи мыслительной активности. Наша когнитивная система получила их «в наследство» от негоминидных и гоминидных предков человека.

Формирование когнитивных структур, ответственных за работу нашего относительно низкоуровневого мышления, по-видимому, управляется генами развития, т. е. оно происходит в соответствии с некоторыми генетическими программами в ходе взаимодействия растущего человеческого организма с окружающей средой. Врожденными, генетически программируемыми механизмами контролируются не только перцептивное восприятие людей, но и «встроенные» в нашу когнитивную систему относительно низкоуровневые комплексы программ, позволяющие выявить инвариантную структуру объектов и событий, создавать абстрактные перцептивные представления и прототипы, выделять классы, образовывать понятия и т. д. Они определяют наши речевые способности и потребность говорить, некоторые универсальные для развитых естественных языков грамматические структуры и структуры знаково-символического (логико-вербального) мышления. По меньшей мере частично генетически обусловлены интеллект, элементарные математические структуры, логические структуры типа *modus ponens* и *modus tollens*, наша мыслительная спо-

tiveness // *Cognitive Psychology*. N 3. 1972. P. 430—454; *Kahneman D., Tversky A. Intuitive Predictions: Biases and Corrective Procedures // TIMS Studies in Management Science*. Vol. 12. 1979. P. 313—327. См. также: *Harnad S. Explaining the Mind: Problems, Problems // Science*. Vol. 41. 2001. P. 36—42.

собность извлекать информацию о каузальных связях и т. д. Аккумулируя в себе достижения предшествующих этапов биологической (когнитивной) эволюции, наша когнитивная система располагает весьма богатым репертуаром когнитивных программ, направляющих работу разного рода «эвристик», мыслительных стратегий, информационных процессов абстрагирования и неформального выведения следствий. Они обеспечивают сканирование, выдвижение текущих гипотез, поиск решения проблем и т. д. Это — врожденное программное обеспечение, позволяющее выявить ключевые признаки объектов и ситуаций, понять и осмыслить их. Оно отвечает нашему биологически инстинктивному стремлению к информационному контролю окружающей среды и самих себя и в огромной степени увеличивает адаптивную эффективность его реализации.

Подобного рода когнитивные программы, хотя и гораздо более простые, направляют также мышление животных. Так, например, проведенные в свое время Б. Ф. Скиннером эксперименты позволили обнаружить, что поисковое поведение крыс никогда не бывает случайным, хаотичным, а с самого начала направляется определенными врожденными императивами, которые ориентированы на выявление признаков, позволяющих овладеть ситуацией, понять стоящий за этими признаками некий упорядоченный смысловой контекст. Весьма характерно, что эти животные явно отказывались обучаться правилам, которые несовместимы с их врожденными когнитивными программами, например ассоциировать события, если вероятность корреляции между ними слишком низкая. Как и люди, они полностью игнорируют те признаки и события, которые не кодируются их когнитивной системой, не получают соответствующей внутренней ментальной репрезентации, оказываясь тем самым за пределами их понимания. Пятилетний ребенок, например, не в состоянии понять принцип функционирования балансира, хотя обычно и осознает важное значение грузов, расположенных по обе стороны точки опоры. В отличие от более взрослого, восьмилетнего ребенка, у него еще нет пра-

вила, связывающего расстояние, которое отделяет груз от точки опоры, с движением балансира. Восемилетним детям, даже если они здесь и сталкивались с трудностями, все же удавалось обнаружить такое правило, используя для этого обратную связь между предполагаемым и реальным движением балансира. Как полагают когнитивные психологи, у пятилетних детей соответствующие входные сигналы не получают ментальной репрезентации и не попадают в фокус внимания, так как у них еще не завершилось формирование всего комплекса когнитивных предпосылок (программ и метапрограмм), необходимых для инсайта и зарождения адекватного понимания принципа функционирования балансира²³.

Эксперименты также показали, что люди и животные прибегают к услугам сходных по своему типу ассоциаций для выявления условных связей и корреляций между стимулами, что позволяет предположить наличие у них каких-то общих когнитивных структур, когнитивных программ и метапрограмм, генерирующих и задающих алгоритм врожденных мыслительных стратегий. Характерным примером здесь может служить мыслительная стратегия, фиксирующая устойчивую ассоциацию между экстраординарными событиями. Когнитивная информация о такого рода событиях (например, об электрическом шоке), оказавших воздействие на эмоциональное состояние людей и животных, сохраняется в долговременной памяти. Если в течение относительно короткого промежутка времени после этого события происходит иное экстраординарное событие, то между ними генерируется временная связь. Другие когнитивные программы направляют процессы переработки информации, обеспечивающие выделение и обобщение признаков, ассоциации событий и т. д. С работой этих программ кооперируются программы, ответственные за распознавание

сходства, подобия мысленных репрезентаций, а также за подключение хранящихся в долговременной памяти знаний. Эти и иного рода когнитивные структуры обеспечивают сканирование, отбор и предпочтение некоторого класса гипотез, генерируют и управляют многочисленными мыслительными процессами, включая индуктивные обобщения, использование аналогий, выявление каузальных связей и т. д. Кроме того, они, по-видимому, накладывают определенные ограничения на процессы переработки когнитивной информации — таковы, например, кодируемость входного сигнала, относительно небольшая величина временного интервала как условие образования ассоциативных связей между следующими друг за другом событиями и т. д. Конечно, эти врожденные, генетически управляемые относительно низкоуровневые когнитивные структуры не гарантируют корректности и адекватности решений, основанных на текущих гипотезах. Но об их адаптивной ценности свидетельствует хотя бы то, что в ходе биологической (когнитивной) эволюции они не были утрачены, а выполняемые ими программы сохранились в арсенале нашей когнитивной системы. Идеальный механизм генерации гипотез в принципе возможен при наличии открытой, изменяющейся окружающей среды.

Разумеется, в отличие от животных, даже высокоразвитых, люди обладают гораздо более сложной когнитивной системой. Наряду с относительно низкоуровневыми когнитивными программами репертуар этой системы включает комплексы взаимосвязанных стратегий, присущих только человеческому знаково-символическому (логико-вербальному) мышлению, которое (в отличие от мышления пространственно-образного) может непосредственно управляться нашим символьным (вербальным) сознанием. В силу этого наше сознание может контролировать и оптимизировать общие процедуры, направляющие человеческое мышление.

²³ Более подробно см., например: *Siegler R. S. How Knowledge Influences Learning // American Scientist. 1983. N 71. P. 631–638.*

5.4. Мышление и язык

Исследования, проведенные в когнитивной науке, в таких областях, как когнитивная психология, нейропсихология, психолингвистика и т. д., убедительно свидетельствуют, что наш язык весьма многосторонний когнитивный инструмент, который включает в себя звуковые паттерны и речепroduкцию, распознавание букв и слов, вербальное понимание, ассоциативные сети и т. д., а также социально-личностные аспекты. Достаточно развитый естественный язык служит не только средством коммуникации между людьми, но и выступает как инструмент их знаково-символического (логико-вербального) мышления, как инструмент порождения кодируемой символами мысли — понятий, суждений, концептуальных систем и т. д. Вербальные способности тесно интегрированы с другими когнитивными способностями — с кратковременной и долговременной памятью, вниманием, символьным (вербальным) сознанием. Естественный язык формирует структуры памяти, подключается к работе когнитивных программ, ответственных за распознавание перцептивных образов. Через эти структуры, а также через структуры знаково-символического мышления язык влияет на восприятие, которое является нашей фундаментальной когнитивной способностью. Вербальные способности выступают как один из важнейших критериев уровня когнитивного развития людей и их интеллекта — интеллектуально развитые индивиды более эффективно кодируют вербальную информацию.

Проведенные нейропсихологами исследования функционирования человеческого мозга, его информационной активности с помощью позитронно-электронных томографов (ПЭТ), сканеров магнитного резонанса, электро- и магнитоэнцефалографов дают основания полагать, что когнитивные структуры, ответственные за вербальные способности людей, не имеют строго определенной локализации в нейронных системах мозга, поскольку речепroduкция, вербальное понимание и т. д. требуют одновременной совмест-

ной работы и тесной кооперации огромного количества когнитивных программ и их комплексов. Пэт-сканирование, например, показало, что в случае визуального восприятия предъявляемых слов происходит активация нейронов затылочной доли мозга (где расположены его зрительные зоны), а при произнесении слов и предложений — активация височной коры. Тем самым были подтверждены результаты проведенных в свое время нейрофизиологами Пенфилдом и Робертсом экспериментов с электростимуляцией этих зон низковольтным током, которые зафиксировали наличие интерференции электрического воздействия с генерацией речи, с возникновением трудностей у испытуемых с чтением предложений и т. д. Конечно, в речепroduкции, в вербальном понимании и запоминании слов исключительно важную роль играют зоны Брока и Вернике. Однако данные клинических наблюдений за пациентами убедительно свидетельствуют, что нарушения обмена информацией между нейронами этих зон (например, в результате травматических повреждений соединяющих их нервных тканей) также ведут к возникновению глубокой афазии, к утрате способности генерировать слова.

Понятно, что, как и любая другая когнитивная способность людей, наша способность к речи и вербальному пониманию, к тесно связанному с языком знаково-символическому мышлению базируется на совместной работе многих нейронных систем мозга и кооперации огромного числа когнитивных структур. Поэтому вербальные способности людей также подлежат биологической (когнитивной) эволюции. В зависимости от тех или иных условий окружающей среды и множества других влияющих на эволюцию людей факторов эволюционный уровень этой когнитивной способности может существенно варьироваться от популяции к популяции.

В силу лексических и грамматических различий любой конкретный естественный язык репрезентирует мыслительные манипуляции, концептуальные объекты и системы таких объектов каким-то особым для себя, уникальным обра-

зом. Один язык может располагать весьма широкими лексическими возможностями для вербальной репрезентации многочисленных конкретных образцов какого-либо понятия, а другой — только одним или двумя словами, либо вообще может их не иметь. Лексика развитого естественного языка обычно содержит много специальных терминов и слов, которые позволяют его носителям проводить достаточно тонкие концептуальные дифференциации и обнаруживать соответствующие им перцептивные (стимульные) различия. В противном случае эти различия остались бы незамеченными, оказались вне поля нашего символического (вербального) сознания. В нашей культуре получили ярлыки десятки марок автомобилей, сотовых телефонов, телевизоров и компьютеров, сортов пива, вина и водки, названия популярных песен и их исполнителей, научные классификации животных и т. д. Иные культуры позволяют провести концептуальные различия видов оленей, типов снега, вкуса мяса различных частей кита и т. д.

Так, например, в языках северных народов существует до 10–12 слов, обозначающих различные конкретные понятия снега — «талый снег», «свежий снег», «грязный снег», «пушистый снег» и т. д. Язык кочевников, живущих в североафриканской пустыне Сахара, содержит свыше 20 слов, обозначающих конкретные разновидности верблюдов, а язык индейцев Перу — свыше 50 слов для обозначения конкретных видов помидоров.

Результаты экспериментов когнитивных психологов убедительно подтверждают генетическую обусловленность перцептивного восприятия цветов, создаваемого нашей когнитивной системой, — «узнавание» цветовых оттенков абсолютно не зависит от эволюционно-когнитивных, социокультурных, языковых и иных различий между человеческими популяциями. Однако все известные к настоящему времени естественные языки содержат разное число основных терминов, обозначающих цветовые оттенки. Этнографам удалось обнаружить, что минимальный словарь цветов состоит только из двух терминов, которые обязательно

фиксируют оппозицию между черным и белым цветами или между темным и светлым тонами, как это имеет место в языке современного первобытного племени Dani (Новая Гвинея). На языке этого племени «mili» обозначает темные, холодные тона, а «mola» — светлые, теплые. Более богатые словари обычно содержат имена, обозначающие красный цвет, а их расширение происходит путем последовательного пополнения именами для желтого, зеленого и синего цветов. Для описания всех возможных цветов необходим словарь, который должен включать в себя как минимум шесть первичных терминов: «белый», «черный», «красный», «желтый», «зеленый» и «синий». Лишь после завершения формирования «минимального» словаря возможно его дальнейшее обогащение терминами, обозначающими неосновные цвета, такими, например, как «коричневый», «фиолетовый», «оранжевый» и т. д.²⁴

Различия между естественными языками, конечно, не сводятся только к наличию у них больших или меньших лексических возможностей, словарей специальных терминов и т. д., обслуживающих нужды более тонких концептуальных дифференциаций, формирующихся в ходе когнитивной и социокультурной эволюции отдельных человеческих популяций. Они носят более глубокий характер, выражая какие-то особенности доминирующего когнитивного типа мышления. Так, например, ситуация с падающим камнем, как подметил еще Э. Сепир, в современных европейских языках описывается (с некоторыми вариациями)

²⁴ Характерно также, что выбор испытуемыми прототипов (т. е. наилучших образцов, примеров) соответствующих категорий цветов не зависит от культурных различий и используемых вербальных кодов — один и тот же цвет всегда оказывается прототипным образцом, экземплифицирующим соответствующие термины различных естественных языков. Более подробно см.: Berlin B., Kay P. Basic Color Terms: Their Universality and Evolution. Berkeley & Los Angeles: University of California Press, 1969; Heiden E. P., Oliver D. C. The Structure of Color Space in Naming and Memory for Two Languages // Cognitive Psychology. 1972. N 3.

предложением «Камень падает», которое воспроизводит субъектно-предикатную структуру соответствующего суждения. Однако такое вербальное описание данной ситуации не является единственно возможным. На языке индейского племени квакиутль эта ситуация с падающим камнем вербально кодируется с обязательным указанием, воспринимается ли непосредственно камень говорящим в момент произнесения фразы или нет, и к кому этот камень пространственно ближе — к говорящему, слушающему или к третьему лицу. На языке индейского племени нутка падение камня описывается с помощью слов, репрезентирующих смысл перцептивного представления об общем движении вниз и вовлеченности в это движение камня или камнеподобного объекта. Поскольку язык нутка не генерирует дифференциацию мысли на субъект и предикат (осуществляемое субъектом действие), то на европейских языках соответствующая мыслительная конструкция может быть весьма приблизительно выражена предложением типа «Камнит вниз»²⁵.

Опираясь на многочисленные примеры «несоизмеримости членения опыта в разных языках», Э. Сепир пришел к «выводу об одном виде относительности, которую скрывает от нас наше наивное принятие жестких навыков нашей речи как ориентиров для объективного понимания природы опыта. Здесь мы имеем дело с относительностью понятий или, как ее можно назвать, с относительностью формы мышления»²⁶. Возникает, однако, вопрос, правомерно ли утверждать, как это делали Э. Сепир и Б. Уорф в своей гипотезе о лингвистической относительности, что именно лексические и грамматические различия обуславливают различия в мышлении²⁷, или же различия в мышлении имеют гораздо более глубинную, более широкую и относительно

²⁵ См.: Сепир Э. Статус лингвистики как науки. Грамматист и его язык // Языки как образ мира. М., 2003. С. 127–156.

²⁶ Там же. С. 155.

²⁷ См: Whorf B. L. Languages and Logic // Language, Thought and Reality: Selected writings of Benjamin Lee Whorf / Ed. by J. V. Carroll. Cambridge, 1956. P. 242–243.

автономную от естественного языка когнитивную основу, получая в нем какую-то особую, специфически конкретную форму выражения?

Различия в словарях цветов подтверждают данные когнитивной науки, свидетельствующие о том, что цветовые оттенки не являются некими атрибутами вещей, которые мы им приписываем, используя термины «красный», «зеленый» и т. д. Но существуют ли реально «общие объекты», существуют ли в природе или где-нибудь еще вещи, соответствующие нашим словам «стул», «стол», «дерево», т. е. «деревянность», «стулость», «столость» и т. д.? Архаическая магия слова предписывает объективное существование всему, что может быть обозначено вербальными символами, словом. Однако наши слова (и словесные выражения) — это «вторичный» код мысли, они могут обозначать не только смыслы перцептивных образов, представлений и прототипов, но и понятия, а также сложные концептуальные системы, которые по своей природе идеальны и могут вообще не иметь перцептивных репрезентаций или имеют таковые только в воображаемом идеальном математическом пространстве. Вербальный язык неотделим от духовной и материальной культуры, но это не означает, что языковым структурам мы обязательно должны приписывать референты в виде реально существующих «общих объектов».

Если верно, что человеческая мысль имеет пропозиционную природу, а ее смысловое содержание может быть выражено с помощью перцептивного и вербальных кодов, то отсюда напрашивается вывод, что одни только лингвистические различия сами по себе не могут детерминировать все различия в мышлении. Из гипотезы о лингвистической относительности непосредственно следует, что в силу исключительной обусловленности мышления лингвистическими структурами различия в лексике (и видимо, в грамматике) должны по меньшей мере *сопровождаться* релевантными различиями в концептуализации и структурах мысли. Однако нельзя упускать из виду, что человеческое мышление не сводится только к мышлению знаково-символиче-

скому (логико-вербальному). Оно базируется на кооперации двух взаимосвязанных мыслительных систем правого и левого полушарий и «подпитывается» работой относительно низкоуровневых когнитивных структур, которые не подлежат управлению со стороны нашего символического (вербального) сознания. К тому же необходимо учитывать, что эволюционный уровень знаково-символического и пространственно-образного мышления весьма существенно варьируется от популяции к популяции. Естественные языки современных первобытных популяций выполняют лишь довольно ограниченную коммуникативную функцию, отражая главным образом особенности архаического, преимущественно пространственно-образного мышления. С этой точки зрения, например, грамматические особенности языка индейского племени нутка, который не предусматривает дифференциацию между именами существительными и глаголами, вполне правомерно рассматривать как индикатор эволюционного уровня знаково-символического (логико-вербального) мышления этой современной первобытной популяции.

В ходе биологической (когнитивной) и социокультурной эволюции человеческих популяций возникали все более развитые естественные языки, которые обрели новую, когнитивную функцию — функцию порождения мыслительных (концептуальных) структур, т. е. понятий, суждений и концептуальных систем. Символьное (вербальное) сознание стало управлять знаково-символическим мышлением людей, используя для этого синтаксис, грамматику развитых естественных языков. Так, например, любой из таких языков в обязательном порядке грамматически дифференцирует единственное и множественное число. А это, в свою очередь, ориентирует человеческую мысль на аналитическое специфицирование различия между одним и большим количеством объектов. Именно за счет наличия синтаксиса, грамматики, сугубо лингвистических правил генерации слов, предложений и т. д. развитый естественный язык способен породить новые мыслительные структуры, в том числе идеальные абстрактные понятия и их комплексы —

концептуальные системы, не обладающие конкретными перцептивными репрезентациями. Вербализация смыслов прототипов открыла путь для их дальнейшего анализа, выявления существенных признаков идеальных абстрактных объектов и т. д. Естественный язык людей подобен математике, которая благодаря правилам манипулирования символами и семантической интерпретации символических выражений и формул порождает новые понятия и идеальные концептуальные системы, причем не только свои собственные, но и других наук. Знания, касающиеся грамматики языка, видимо, формируются на пропозициональном уровне как абстрактный код мысли и хранятся в нашей долговременной памяти.

Конечно, дифференцировать естественный язык от культуры человеческих популяций практически невозможно. Поэтому он выступает в качестве одного из важнейших постоянно действующих факторов окружающей среды. Уже в силу этого язык оказывается вовлеченным в когнитивную эволюцию. Он участвует в отборе адаптивно ценных когнитивных способностей людей, которые получают генетическое закрепление в геноме популяций. Так, например, обучение разговорному китайскому языку предъясвляет весьма высокие требования к звуковому восприятию, к слуху, а запоминание китайских иероглифов (их насчитывается около 400 тыс.) — к зрительной памяти и трудолюбию учеников. Однако необходимо учитывать, что естественный язык оказывает серьезное селективное давление на когнитивные способности людей, на их мышление *наряду со многими другими* постоянно действующими факторами социокультурной среды. Поэтому его воздействие на когнитивную систему не является исключительным, тотальным и, вероятно, может частично блокироваться или усиливаться другими факторами. В силу вышеизложенного примеры, свидетельствующие о закреплении в лексике языка результатов вербальной концептуализации, конечно же не могут служить весомым аргументом в пользу тезиса о детерминированности человеческого мышления только лингвистическими структурами.

* * *

Итак, мышление является одной из важнейших функций когнитивной системы, которая обеспечивает информационный контроль окружающей среды, адаптацию и выживание организмов. Мышление тесно взаимодействует с другими высшими когнитивными способностями, которые участвуют в процессах извлечения и переработки информации (знаний) о событиях внешней среды, внутренних состояниях и эмоциях, — восприятием, вниманием, символьным (вербальным) сознанием, кратковременной и долговременной памятью и т. д. Благодаря наличию у нас кратковременной памяти наше мышление может оперативно использовать огромные информационные ресурсы долговременной памяти, накопленные опытным путем и в результате обучения. Однако мышление базируется не только на когнитивной информации, создаваемой на основе сигналов, извлекаемых из внешней среды, но и, если воспользоваться компьютерной метафорой, на своего рода «встроенном» в когнитивную систему программном обеспечении, работа которого управляется генами. (Оно определяет, например, формат внутренних ментальных репрезентаций, стратегии их переработки т. п.) Разумеется, работа когнитивных программ и метапрограмм предполагает наличие «элементной базы», т. е. соответствующих нейронных структур мозга. Давление окружающей среды требует изменения поведения живых существ, эволюции их когнитивных способностей, а соответственно, и адаптивно ценных изменений в нейронных структурах мозга. Поэтому эволюция когнитивных систем живых организмов предполагает нейроэволюцию, которая обеспечивает самопорождение все более сложных «логических устройств», способных генерировать более эффективные мыслительные стратегии и осуществлять централизованное высокоуровневое управление обработкой когнитивной информации, высшими когнитивными функциями.

Даже в когнитивной системе человека большинство мыслительных процессов протекает неосознанно. Однако с помощью символьного (вербального) сознания мы в состо-

янии управлять важнейшим для нашего выживания знаково-символическим (логико-вербальным) мышлением, влияя через его структуры и структуры памяти на пространственно-образное мышление. Благодаря эволюции сознания и появившейся в ходе этой эволюции способности частично изменять самосознание (например, в актах *эмпатии*) человек получил возможность гораздо более эффективно использовать свой интеллектуальный и мыслительный потенциал, свои природные задатки к творческому воображению, к созданию культуры, оптимизировать аналитические стратегии знаково-символического мышления. Появление речи и развитие знаково-символического (логико-вербального) мышления радикально расширили наш арсенал средств обработки когнитивной информации, позволили нашей когнитивной системе генерировать общие характеристики идеальных абстрактных объектов и отношения между ними с помощью информационно более емких, чем перцептивные образы и прототипы, концептуальных средств — *понятий, суждений, гипотез, научных законов, теорий* и т. д., используя для этого не только богатый репертуар относительно низкоуровневых врожденных мыслительных стратегий и эвристик, но и сознательно управляемые, конструктивно оптимизированные мыслительные приемы, процедуры, операции и правила вывода — *формирование понятий, анализ, синтез, индукцию, дедуцию, абстрагирование, идеализацию, обобщение, аналогию, умозаключения, условные рассуждения (суждения), решение проблем, принятие решений, понимание, творчество*, которые по мере эволюции научного познания становятся предметом специальных исследований прежде всего в логике и методологии науки.

Глава VI

АРХАИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ

Антропологами и культурологами XX в. предпринимались неоднократные попытки выявить особенности (в том числе и когнитивные) эволюционно наиболее древнего, архаического мышления. Благодаря их усилиям были, в частности, разработаны и получили широкую известность концепции «прелогического мышления» (Л. Леви-Брюль), «мифологического мышления» (К. Леви-Стросс), «архаического мышления» (М. Элиаде) и др. Хотя сам феномен первобытного мышления в этих концепциях получил довольно подробное описание, исследователям все же так и не удалось выявить его универсальные когнитивные характеристики, поскольку это требовало выхода за пределы сугубо социологических и культурологических представлений и признания факта биологической (когнитивной) эволюции популяций *Homo sapiens sapiens*. Так, например, если для Л. Леви-Брюля «прелогическое» мышление — это мышление сугубо ассоциативное, управляемое законом сопричастности (или «партиципации»), нечувствительное к логическим противоречиям и неспособное к построению силлогизмов, то М. Элиаде прежде всего выделял склонность «архаического» менталитета оперировать архетипами, образами и категориями, сводить индивидуальное к образцовому и т. п.¹ Со своей

стороны, К. Леви-Стросс, по-видимому, вообще не усматривал в «мифологическом» мышлении и его доминирующих стратегиях переработки информации каких-либо качественных когнитивных особенностей. С его точки зрения, в этом мышлении «работает» та же логика, что и в современном научном мышлении. Оказывается, что на всех этапах когнитивной эволюции человеческий разум мыслил одинаково «хорошо», менялись только объекты, к которым он прилагался². Нетрудно, однако, показать, что вышеприведенные когнитивные характеристики, несмотря на их разнородность, разноплановость и кажущуюся несовместимость, все же являются фрагментами единой картины, которая может быть получена в результате попытки взглянуть на архаическое мышление с позиций эволюционно-информационной эпистемологии.

Разумеется, речь в данном случае не идет о претензиях на разработку какой-то абсолютно адекватной и исчерпывающей модели архаического мышления. Любая теоретическая модель всегда гипотетична. К тому же модель архаического мышления пока что не может быть в достаточной мере верифицирована или документирована ни этнографическими, этнопсихологическими и антропологическими данными, ни наблюдениями за ранними стадиями интеллектуального развития ребенка. Правда, некоторые современные первобытные человеческие популяции все еще ведут образ жизни охотников-собирателей (например, ныне живущие в джунглях Бразилии и Венесуэлы племена южноамериканских индейцев — яномама, шаванты и макиритаре), т. е. живут в условиях еще весьма близких к тем, в которых находились наши дальние предки. Так что в известной мере прямой подход к изучению эволюции мышления все же возможен. Однако при этом необходимо учитывать, что жизнь этих племен под влиянием цивилизации постепенно становится все более отличной от канонического образа жизни охотни-

¹ См.: Леви-Брюль Л. *Сверхъестественное и природа первобытного мышления*. М., 1937; Элиаде М. *Космос и история*. М., 1987.

² См.: Леви-Стросс К. *Структурная антропология*. М., 1985. С. 207.

ков-собираателей, который преобладал в течение большого периода эволюционной истории человеческих популяций. Первобытные племена охотников-собираателей, живущие в условиях «позднего» каменного века, продолжают обитать практически в полной изоляции в столь недоступных районах южноамериканских джунглей, что непосредственное изучение этнографами их образа жизни и когнитивных особенностей мышления сопряжено с огромными трудностями.

Что касается антропологических данных, то они косвенным образом свидетельствуют о том, что уже приблизительно 60 000—40 000 лет назад отдельные популяции наших далеких предков не только достигли значительного прогресса в создании орудий для охоты, промыслов и военных столкновений, но и по-своему умели объяснять природу и свое место в мире. Обнаруженные археологами в пещерах наскальные рисунки, а также каменные и костяные статуэтки, гравюры, погребения и т. д. позволяют, в частности, предположить, что неандертальцы и древнейшие популяции людей, относящихся к подвиду *Homo sapiens sapiens* (например, родезийские люди), в отличие от гоминид среднего плейстоцена, уже обладали рудиментами «коллективного сознания», т. е. общего, совместного мировоззрения (духовной культуры) и знания. Они соблюдали определенные ритуалы, выступавшие в качестве регулятора общественной жизни. Захоронения неандертальцев в позе спящих свидетельствуют о том, что эти ближайшие к нашему подвиду популяции людей систематически и весьма бережно хоронили умерших, помещали в могилы пищу и оружие, проявляя тем самым заботу о их будущей «жизни после смерти», которую они скорее всего понимали как разновидность сна. Найденный в пещере Монте Цирцео (Италия) череп вождя племени, помещенный в центре выложенного камнями сакрального круга, дает основание полагать о наличии у неандертальцев культа вождя. Есть также данные, позволяющие предположить, что наряду с осознанием своей собственной смертности и верой в сверхъестественное неандертальцам были присущи и другие элементы архай-

ческого мировосприятия — магия символа, телеологическое объяснение и т. п.

Кроме этнографических и этнопсихологических данных, полученных в результате исследования особенностей менталитета современных первобытных популяций, весьма добротным материалом для разработки когнитивной модели архаического мышления, видимо, могут служить также и дошедшие до нас тексты мифов, сказок и другие письменные источники, отражающие особенности древнего мировосприятия и мышления. Понятно, что такие источники могут дать нам полезную информацию об относительно развитом архаическом мышлении людей когда-то существовавших древних цивилизаций. О более ранних его этапах мы можем судить только на основании этнографических данных. Конечно, эволюцию архаического мышления нельзя рассматривать безотносительно к тем или иным человеческим популяциям. Но даже если ограничиться только европейской историей, то нетрудно обнаружить огромную дистанцию, отделяющую, например, архаическое мышление древнейших жителей Европы — неандертальцев — от доминирующего мировосприятия и мышления обитателей этого региона в эпоху позднего средневековья.

Анализ имеющихся археологических и культурно-исторических данных, а также результатов этнопсихологических исследований аборигенов Австралии, Африки, Южной Америки и Новой Гвинеи позволяет предположить, что в силу своих доминирующих стратегий переработки когнитивной информации архаическое мышление — это мышление преимущественно пространственно-образное, правополушарное³. Напомним в этой связи, что главное отличие между когнитивными типами мышления — пространственно-образным (правополушарным) и знаково-символическим

³ См., например: *Skoyles J. R. Right Hemisphere Literacy in the Ancient World // Alphabet and the Brain: the Lateralization of Writing / Ed. by D. Kerchov, Ch. Lumsden. Berlin: Springer-Verlag, 1988. Chapter 18. P. 363—380.*

(левополушарным) — касаются не способов репрезентации материала (т. е. безразлично, представлен ли он в вербальной или перцептивно-образной формах), а стратегии переработки информации. В частности, для пространственно-образного мышления характерна холистическая стратегия, которая позволяет оперировать и обрабатывать целостные образы, «гештальты», создавая многозначный смысловой контекст (например, мозаичную или калейдоскопическую картину) с множественными «размытыми» связями.

Эволюционно-информационный подход к анализу архаического мышления как к мышлению преимущественно пространственно-образному дает возможность, на наш взгляд, довольно последовательно и непротиворечиво интерпретировать характерные для него холистические стратегии переработки когнитивной информации, такие его когнитивные особенности, как, например, мысленное оперирование в основном перцептивными представлениями и прототипами, образцами и архетипами (прообразами); неспособность к детальной аналитической дифференциации индивидуальных признаков и сохранению их в долговременной памяти; безразличие, нечувствительность к логическим противоречиям и стремление установить между мысленными репрезентациями, действиями и т. п. какие-то формы мистических, сверхъестественных или мифологических связей, «сопричастностей», выступающих как конкретные ассоциированные или даже единые перцептивные представления (отождествления); широкое использование оппозиций (противопоставлений) и мифов как концептуального средства их разрешения; синкритизм, неразличение естественного и сверхъестественного, вещи и ее мысленного представления, объекта и свойства, «начала» и принципа, цели и средства (действия); деление мира на сакральное и профанное; культ вождя и «образцовых» героев и т. д. Кроме того, с позиции этого подхода получает естественное объяснение феномен психоинформационной зависимости архаического мышления (и преимущественно перцептивного сознания) от веры в сверхъестественное и мифотворчества, от индивидуаль-

ных и коллективных мифов, выполняющих функцию весьма действенного (иногда даже альтернативного наркотикам) антидепрессанта⁴.

6.1. Когнитивные особенности архаического мышления

В отечественной литературе по эпистемологии (и теории познания) все еще достаточно широко распространена точка зрения, согласно которой только пространственно-образное мышление, «живое созерцание» позволяет воспроизводить структуры внешнего мира во всей его полноте, многозначности, целостности и противоречивости. Кроме того, предполагается, что наиболее полный чувственный контакт с реальностью крайне необходим для эмоциональной стабильности когнитивного субъекта. Основанием для подобного рода утверждений служит некая «предметная отнесенность» перцептивного образа, в котором якобы оказывается «представленной» (хотя и неясно, как и каким образом) сама «объективная реальность». Однако данные нейронаук и когнитивной науки свидетельствуют о том, что наш мозг — это не фотоаппарат и не видеокамера, он не «отражает», а главным образом «вычисляет». На основе многочисленных сигналов, извлекаемых из окружающей среды и нашего собственного организма, он создает когнитивную информацию, перерабатывает ее в перцептивные образы, представления и прототипы. Он также генерирует «вторичные», невербальные и вербальные символные репрезентации мысли и использует для их переработки различные мыслительные стратегии. Однако филогенетическая «первичность» перцептивных мысленных репрезентаций и пространственно-образного мышления людей не означает, что «живое созерцание» действительно обладает какими-то безусловными адаптивными когнитивными преимуществами.

⁴ Более подробно см.: Меркулов И. П. Эпистемология. Т. 1. Ч. 1. Гл. IV.

В противном случае остается открытым вопрос, почему же в ходе биологической (когнитивной) эволюции гоминид у них возникла речевая коммуникация и «вторичное» кодирование мысли с помощью звуковых символов. Почему столь быстро по историческим меркам эволюционировали человеческое знаково-символическое мышление и символическое (вербальное) сознание? Ведь в ходе эволюции приспособленность видов (в том числе и человека) не может неуклонно снижаться, это означало бы их верную гибель.

В силу межполушарной кооперации сепаратная оценка адекватности пространственно-образного мышления как какой-то изолированной и самодостаточной системы обработки когнитивной информации абсолютно неправомерна. Поскольку вопрос касается человеческого мышления, то даже в случае первобытных популяций, обладавших судя по всему очень ограниченными возможностями вербального общения, речь может идти только о подсистеме единой мыслительной системы человека, интегрирующей дополняющие друг друга когнитивные типы мышления — пространственно-образное и знаково-символическое (логико-вербальное), — между которыми имеют место непрерывный информационный обмен, кооперация и «разделение труда». Именно поэтому правомерно, с нашей точки зрения, говорить только об относительном доминировании того или иного когнитивного типа мышления, т. е. о доминировании определенных мыслительных стратегий, способов обработки когнитивной информации как у отдельных индивидов, так и на популяционном уровне (т. е. как статистическое преобладание индивидов с определенным когнитивным типом мышления). Такой подход позволяет, в частности, связать и сопоставить доминирующие когнитивные типы мышления с реальными этнокультурными прототипами и индивидуальным когнитивным стилем отдельных личностей.

Как свидетельствуют многочисленные экспериментальные данные, пространственно-образное и знаково-символическое (логико-вербальное) мышление людей характеризуются различными соотношениями неосознаваемых и осо-

знаваемых процессов переработки когнитивной информации. Тесно интегрированное с восприятием и самовосприятием пространственно-образное мышление, по-видимому, управляется символическим (вербальным) сознанием лишь опосредованно, через мышление знаково-символическое. Непосредственно его работа скорее всего инициируется эмоциональной оценкой перерабатываемой когнитивной информации, формирующейся на уровне самовосприятия и перцептивного сознания. В силу этого оно отличается эмоциональной «нагруженностью» и тенденциозностью. Это получает выражение и в актах речевой коммуникации через вербализованные смыслы перцептивных образов и представлений — мысленные манипуляции этими перцептивными репрезентациями могут не управляться символическим (вербальным) сознанием («пустая болтовня», содержание которой невозможно пересказать, ругательства и т. д.). В отличие от знаково-символического мышления мышление пространственно-образное полагается на филогенетически более древние, генетически направляемые «автоматические» правополушарные мыслительные стратегии. Исследования этнопсихологов показывают, что архаическое (т. е. преимущественно пространственно-образное) мышление базируется на предпочтениях, навязываемых относительно низкоуровневыми когнитивными программами, которые ответственны за простейшую категориальную классификацию прототипов (например, «свой» — «чужой»), за поведенческие стереотипы, за формирование «магии перцептивного образа» и «магии слова» и т. д. Оно испытывает серьезные трудности с символизацией последовательностей действий, с аналитической переработкой символических репрезентаций, с усвоением формальных правил социального поведения (например, законодательных и юридических норм, кодексов морали, правил уличного движения, инструкций, регламентаций и т. д.) и пониманием их адаптивной значимости. Архаическое мышление сталкивается с аналогичными проблемами в ходе овладения «интеллектуальными» играми, поскольку последние предполагают наличие формальных

правил и использование аналитических стратегий, а также «разведения» идеальных игровых ситуаций и положения дел в реальном мире. Пространственно-образному мышлению вообще присуща сравнительно меньшая организованность и упорядоченность связей между перцептивными образами, элементами образов, мысленными представлениями, прототипами и даже словами, которые символизируют их смыслы. (Соответственно, оно требует более низкой активности мозга и меньших физиологических и энергетических затрат.)

Полезной аналогией, позволяющей в какой-то мере судить об «автоматических» стратегиях пространственно-образного мышления, может служить связь перцептивных образов и представлений в сновидениях, когда контроль символического (вербального) сознания и левополушарного мышления, осуществляющих в состоянии бодрствования интенциональный отбор образов из репертуара правого полушария, фактически редуцируется к функции пассивного «наблюдателя». О редукции этого контроля свидетельствуют, в частности, трудности, с которыми сталкиваются испытуемые, когда они пересказывают сюжеты своих сновидений, а кроме того, вербальная невыразимость каких-то эмоционально очень важных для них элементов их содержания.

Характерно, что, как было установлено, для «перевода» неосознаваемых правополушарных мыслительных процессов в поле сознательного контроля обязательно требуется жесткая фиксация любого события, проблемы (конкретной или «размытой») и т. п. в пространственных и временных координатах (и, разумеется, постоянная активность системы внимания)⁵. Только перцептивный образ может репрезентировать стабильность события, его фиксированность в пространстве и времени. В отличие от символических, «вторичных» репрезентаций информации перцептивный образ

⁵ См., например: Вейн А. М., Молдовану И. В. Специфика межполушарного взаимодействия в процессах творчества, принцип метафоры // Интуиция, логика, творчество. М., 1987. С. 57–58.

полностью реализуется в настоящем времени и является завершенной когнитивной структурой, включающей в себя пространственные и временные «метки», т. е. пространственно-временные условия, при которых какие-то конкретные события воспринимались и с которыми они оказались интегрированными в силу специфики процессов перцептивного восприятия. Эти пространственно-временные «метки» играют исключительно важную роль в функционировании нашей эпизодической долговременной памяти. В силу вышеуказанной специфики перцептивных мысленных репрезентаций архаическое, преимущественно пространственно-образное мышление функционирует главным образом в настоящем времени и обращено в прошлое⁶. Оно мифологизирует прошлое, которое выступает для него источником прототипов (образцов) для понимания и интерпретации реальных текущих событий. Поэтому представления об истории народов первоначально оказываются мифологизацией деяний минувших эпох с позиций вневременных «текущих» мифов.

Итак, перцептивные образы и представления, которыми главным образом оперирует архаическое мышление, можно сказать, идеально приспособлены для ответов на вопросы, касающиеся пространства и времени. Разумеется, в силу двойного кодирования когнитивной информации перцептивные репрезентации мысли определенным образом взаимодействуют с символическими репрезентациями, которые отвечают задаче межличностного общения (даже если речь идет о наименее развитой стадии архаического менталитета, характерной для популяций с зачаточными формами

⁶ В пользу этого свидетельствуют результаты клинических исследований больных при поражениях мозга, которые, в частности, показывают, что пространственно-временная организация психоинформационных процессов, протекающих в правом и левом полушариях, различна: *правое полушарие функционирует в настоящем времени, опираясь на прошлое, в то время как левое — в настоящем с направленностью в будущее*. См.: Доброхотова Т. А., Брагина Н. И. Принцип симметрии-асимметрии в изучении сознания человека // Вопросы философии. 1986. № 7.

речевой коммуникации). А это означает, что архаическое мышление, конечно же, обладает достаточными когнитивными ресурсами для обращения к перцептивным образам и представлениям с помощью слов, простейших предложений и несловесных символов. Оно также способно генерировать относительно абстрактные перцептивные обобщения — прототипы, которые сохраняются в долговременной эпизодической памяти.

Тесно интегрированные с восприятием когнитивные структуры распознавания («узнавания») образов осуществляют соотнесение перцептивных репрезентаций с прототипами. В результате этого возникает мысленное понимание (т. е. обнаруживается смысл) любого воспринимаемого конкретного события, предмета, места и т. д., зависящее от того, насколько перцептивный образ или представление соответствуют уже имеющимся прототипным образцам. Если в долговременной семантической памяти смысл создается в форме одновременной репрезентации взаимосвязанных понятий, образующих семантическую сеть, то в долговременной эпизодической памяти поиск смысла распространяется в направлении выявления сходства между перцептивными образами (представлениями) и прототипами, а также обнаружения между образами каких-то ассоциативных (мистических, мифологических) и иного рода структурных связей, генерируемых сознательно неуправляемыми «автоматическими» стратегиями правополушарного мышления.

Таким образом, если прототип уже несет какую-то смысловую нагрузку, если он, например, обладает каким-то сакральным смыслом, то в силу его «первичности» в структуре архаического, преимущественно образного мышления происходит автоматическое надделение сакральным смыслом и всего комплекса ассоциированных с ним (тождественных, подобных, противоположных, включенных в него в качестве элемента целого и т. д.) перцептивных образов, представлений или сценариев. Именно поэтому, как отмечал в свое время М. Элиаде, в архаическом мышлении предметы внешнего мира, так же как и человеческие действия, не обладают

своим собственным, самостоятельным смыслом, внутренне присущей им ценностью. Смысл и ценность для людей они обретают только в качестве инородной сверхъестественной силы, выделяющей их из окружающей среды. Эта сила как бы пребывает в природном объекте — либо в его материальной субстанции, либо в его форме, причем она может передаваться объектам только путем иерифации, т. е. непосредственного явления сверхъестественной силы или опосредованно, с помощью ритуала. Камень, например, может оказаться сакральным в силу местопребывания в нем души предков или как место явления сверхъестественного, либо, наконец, благодаря своей форме, свидетельствующей о том, что он — часть символа, знаменующего некий мифический акт и т. д. «Один из обыкновеннейших камней превращается в “драгоценный”, то есть наделяется магической или религиозной силой на основании одной лишь его символической формы или происхождения: “громовой камень”, поскольку его считают упавшим с неба; жемчужина, поскольку вышла из глубин океана»⁷.

По-видимому, в силу неразвитости вербальной коммуникации и характерной для архаического мышления «магии» перцептивного образа и символа доминирующую роль в трансляции смыслов конкретных перцептивных репрезентаций и связей между ними в древнейших сообществах (и современных первобытных популяциях) играют ритуалы (они, естественно, имеют свои собственные сакральные архетипы, «идеальные» сценарии, начало которым положили боги, вожди, культурные герои или мифические предки), символы и знаки. Они также позволяют архаическому мышлению наделять сакральными смыслами окружающих человека живые существа, природные объекты, действия людей и результаты их сознательной деятельности. В результате архаическое мышление оказывается способным сформировать всеохватывающую «онтологию» смыслов, универсальную модель мысленного понимания внешней среды, где

⁷ Элиаде М. Космос и история. С. 32.

«окружающий нас мир, в котором ощущается присутствие и труд человека — горы, на которые он взбирается, области, заселенные и возделанные им, судоходные реки, города, святилища, — имеет внеземные архетипы, понимаемые либо как «план», как «форма», либо как обыкновенный «двойник», но существующий на более высоком, космическом уровне»⁸.

Разумеется, не только элементы природного бытия, города и храмы, но и значимая часть мирской жизни людей, их внутренние состояния, их ритуалы также имеют в архаическом мышлении небесные сакральные модели. Семейные узы, танцы, конфликты, войны и т. д. — короче, любое человеческое действие может быть успешным в древних и современных первобытных популяциях лишь в той степени, в какой оно воспроизводит некое прадействие, совершенное в начале времен архетипической личностью (богом, вождем, героем). В силу смысловой «первичности» прототипов в архаическом мышлении здесь «реальным становится преимущественно сакральное, ибо только сакральное *есть* в абсолютном смысле, действует эффективно, творит и придает вещам долговечность. Бесчисленные действия освящения — пространства, предметов, людей и т. д. — свидетельствуют об одержимости реальным, о жажде первобытного человека *быть*»⁹. Поскольку такого рода «реальность» может быть достигнута лишь путем имитации прототипа или «сопричастия» (в том числе и посредством ритуальных действий), все, что не имеет сакрального архетипа, оказывается лишеным внутреннего смысла, например пустынные области, неведомые моря или неоткрытые земли, которые в архаическом мышлении уподобляются первичному хаосу, т. е. состоянию, предшествующему сотворению. Отсюда понятно стремление человека архаической ментальности стать архетипической, «образцовой», культовой личностью — целью, достижимая лишь вместе с обретением верховной власти,

⁸ Там же. С. 36

⁹ Там же. С. 38.

статуса вождя. «Это стремление может показаться парадоксальным в том смысле, что человек традиционных культур признавал себя реальным лишь в той мере, в какой он переставал быть самим собой (с точки зрения современного наблюдателя), довольствуясь имитацией и повторением действий какого-то другого»¹⁰.

Нетрудно, конечно, заметить, что в своей последовательной и завершенной форме «онтология» архаического мышления во многом совпадает с платонизмом, где в качестве сверхчувственных причин и сакральных архетипов всех вещей выступают пребывающие в «наднебесных местах» истинно-сущие идеи. Хотя Платон весьма скептически относился к традиционным мифам, рассматривая их в лучшем случае как правдоподобные объяснения, тем не менее он нередко был вынужден прибегать к их помощи для обоснования своих собственных философских взглядов, которые по уровню систематичности мало чем отличались от мифологии¹¹. В этой связи возникает вопрос, можно ли считать Платона философом «первобытной ментальности» (М. Элиаде), которому удалось реконструировать в своей эпистемологической концепции некоторые когнитивные особенности архаического мировосприятия и дать им развернутое философско-теологическое обоснование?

Конечно, философская рефлексия Платона предполагала не только гораздо более высокий уровень логико-вербального, аналитического мышления и неведомое первобытным людям искусство аргументации, но и широкое привлечение достижений духовной культуры эпохи ранней античности, в том числе и разработанных его блестящими предшественниками познавательных приемов — телеологических объяснений, методов анализа и синтеза и т. д. Немаловажное значение имели и собственные логические исследования Платона, которые, в частности, позволили ему огра-

¹⁰ Там же. С. 56.

¹¹ См., например, миф о смерти и воскрешении Эра (Платон. Государство. 614e — 621b).

ничить область применения логических законов идеальными концептуальными системами. Осознавал ли Платон, что «объективная диалектика» является наследием архаического, нечувствительного к противоречиям менталитета, или нет, неизвестно. Но он все же, видимо, не случайно оставил за ней лишь ту, традиционную для мифологии сферу, которую вынес за скобки своей логической реконструкции, — сферу чувственно воспринимаемых вещей, их становления, возникновения. Характерно, что Платон не ограничился только простой констатацией существования идей как сакральных «двойников» чувственно воспринимаемых вещей и их теологическим обоснованием, а по мере конструирования своей системы поставил вопрос о взаимоотношении между ними. Поэтому «идеальное» выступает у него (в частности, в «Тимее») и как средство конструирования видимого космоса: взирающий на «первообраз» демиург создает идеи со всеми их идеальными потенциями, но для их материального воплощения нужна бесформенная «среда», в которой только и могут возникнуть «копии» вечных сакральных образцов со всеми их чувственно воспринимаемыми свойствами. Таким образом, в отличие от древнейшего архаического миропонимания реальный мир Платона оказывается обесцененным в гораздо меньшей степени — ведь он «причастен» сакральному миру идей через деяния демиурга, создан по его божественному «замыслу», в нем воплощены сакральные архетипы, которые может познать человек. Отсюда также ясно, что «идеализм» (разумеется, не в узком, философском смысле) ведет свое начало не от Платона и его последователей, а имеет куда более длительную историю — историю архаического, преимущественно образного мышления.

6.2. Понятия и прототипы

Согласно общепринятым представлениям, наши понятия (концепты) суть ментальные репрезентации классов. Совокупность необходимых свойств, присущих объектам,

объединенным в класс, образуют содержание (интенционал) понятия, а объекты, к которым это понятие относится, — его объем (экстенционал). Классический взгляд на понятия предполагал, что каждое свойство, образующее содержание понятия, является необходимым, а все они вместе — достаточными для его определения. Если взять, например, понятие «холостяк», то с этой точки зрения его содержание включает в себя три определяющих признака: «мужчина», «взрослый человек» и «неженатый». Любое из этих свойств является необходимым — нельзя быть холостяком, будучи одновременно женщиной, либо ребенком или женатым мужчиной. В то же время в совокупности эти три свойства образуют условие достаточности — если кто-то является мужчиной, взрослым человеком и к тому же и неженатым, то он должен быть холостяком. Такие свойства обычно рассматривают как *существенные*, так как они позволяют определить соответствующее понятие. Итак, согласно классическому взгляду, объект будет категоризирован в качестве примера какого-либо понятия, если и только если ему присущи существенные признаки этого понятия.

Однако, как свидетельствуют проведенные еще в 70-е гг. исследования эпистемологов, лингвистов и когнитивных психологов, такой классический подход к понятиям имеет весьма ограниченную ценность и не может служить универсальной основой для понимания многообразных процессов категоризации¹². Многочисленные попытки исследователей применить его к широкому кругу понятий не увенчались заметным успехом. Как оказалось, далеко не всегда категоризация сопряжена с выделением у объектов необходимых и достаточных свойств. Несмотря на значительные усилия, когнитивным психологам, в частности, так и не удалось

¹² См., например: Schwartz S. P. Natural Kind Terms // Cognition. 1979. N 7. P. 301–315; Fodor J. A., Garrett M. F., Walker E. T., Papkes C. M. Against Definitions // Cognition. 1980. N 8. P. 263–367; Smith E. E., Medin D. L. Categories and Concepts. Cambridge, 1981 (MA: Harvard University Press).

специфицировать существенные свойства *нечетких понятий*, которые мы обычно используем в нашей повседневной жизни. Так, например, для понятий различных животных и растений, а также общих артефактов — «птица», «фрукт», «мебель», «автомобиль», «ложка» и т. д. — просто не существует никаких общепринятых фиксированных определений. Относится ли кит к классу рыб или он млекопитающее, животное ли губка или растение, животное ли человек, является ли пингвин птицей? — на эти и подобного рода вопросы мы часто отвечаем, совершенно не задумываясь и не прибегая к выявлению у соответствующих объектов существенных свойств, даже если и располагаем какими-то элементами знаний о правильной биологической классификации животных.

Отталкиваясь от подобного рода аргументов, исследователям в дальнейшем удалось обнаружить, что наряду с семантическими сетями структуры человеческого знания (и памяти) включают в себя и определенного рода абстрактные перцептивные обобщения, получившие название *прототипов*, в которых фиксируются перцептивно выделяющиеся свойства некоторых типичных, «образцовых» примеров нечетких понятий. Существование прототипов было надежно подтверждено результатами многочисленных экспериментов, которые выявили у испытуемых типичные рейтинги, отражающие степени соответствия примеров многих понятий своему «идеальному» прототипу. Так, например, согласно данным тестов, понятия «яблоко», «персик», «изюм», «винная ягода», «тыква» и «оливка» располагаются в данном списке в порядке убывающего соответствия понятию «фрукт». Аналогичная картина была зафиксирована и относительно примеров понятия «птица». По свидетельству американского когнитивного психолога Д. Нормана, «для учащихся средней школы в Северной Каролине “идеальное животное” оказывается чем-то вроде волка или собаки. Интересно, что таково же “идеальное млекопитающее”; для этих учащихся понятия “животное” и “млекопита-

ющее” очень близки. Более того, они не относят людей и птиц к животным»¹³.

Анализ соответствующих экспериментов, в частности, показывает, что эффекты типизации не связаны с выявлением у примеров понятий необходимых свойств, а также с максимальной частотой проявления у них каких-то отдельных признаков, а скорее с отношением сходства, подобия. Прототип — это «отмеченный» образец, наиболее «репрезентативный» пример понятия, фиксирующий его перцептивно выделенные, типичные свойства. В случае нечетких «размытых» понятий эти свойства выступают как важнейший элемент их содержания. Но тогда меняется и сам смысл категоризации: категоризация объекта в качестве примера такого рода понятий будет означать, что он достаточно схож с прототипом, т. е. что ему присуще определенное число свойств, совпадающих с аналогичными свойствами прототипа. Психологические тесты однозначно свидетельствуют, что категоризация более типичных, «прототипных» примеров понятий требует значительно меньше времени, чем категоризация менее типичных — например, «яблоко» или «персик» категоризируются как случаи понятия «фрукт» быстрее, чем «изюм» или «винная ягода». Эти тесты также показывают, что типизация влияет не только на механизмы категоризации, именования и памяти, но и на ряд других ментальных процессов, включая дедуктивные и индуктивные рассуждения.

Вышеизложенное, разумеется, не означает, что «прототипный» подход к понятиям в решающей степени умалет когнитивное значение вербальной и невербально-символьной репрезентации мысли, знаний (и соответствующих структур памяти). Речь здесь прежде всего идет о механизмах взаимосвязи пространственно-образного и знаково-символического (логико-вербального) мышления, конкретное соотношение между которыми изменяется в ходе когнитив-

¹³ Норман Д. Память и научение. М., 1985. С. 76.

ной эволюции. Одной из важнейших функций понятий, как известно, является когнитивная экономия. Благодаря *наличию понятий мы избавлены от необходимости использовать чрезмерно обширный лексикон и именовать в отдельности каждый индивидуальный мысленно репрезентируемый объект*. Кроме всего прочего, это привело бы к значительной перегрузке кратковременной и долговременной памяти, что, конечно же, повлияло бы и на другие наши высшие когнитивные функции. Разделяя объекты на классы, мы, однако, не просто «экономим» слова, мы тем самым увеличиваем количество когнитивной информации, которую мы должны извлекать, изучать и анализировать, помнить и передавать другим, и на основе которой мы можем строить наши рассуждения. Таким образом, в отличие от восприятия, перцептивных образов и представлений понятия (как и другие формы пропозициональной репрезентации знаний) позволяют нам получить и обработать гораздо более богатую, более глубокую неперцептивную информацию. Но одновременно понятия выступают и как *связующее звено* между перцептивными образами, с одной стороны, и упорядоченными звуковыми символами (словами), а также невербальными символами, с другой, между перцептивной и вербальной (символьной) информацией, а также как средство распознавания и узнавания, как своего рода «метки» сохраняемых в долговременной памяти единиц знания. Они в то же время выступают и как ожидания, предвосхищения, которыми мы пользуемся в качестве руководства к действию.

Но, по-видимому, в содержание многих нечетких понятий, которыми мы пользуемся в нашей повседневной жизни, наряду с прототипами входит также и определенное знание о *сущности* этих понятий. В отличие от перцептивно выделяемых, прототипных свойств «сущностные» признаки понятий носят имплицитный, скрытый характер и связаны с соответствующими областями научных знаний. Если, например, взять понятие «птица», то его прототип скорее всего будет включать такие свойства, как «крылатая», «летающая», «издающая щебетанье», гнездящаяся на деревь-

ях» и т. д. В то же время его «сущностными» характеристиками вполне могут быть какие-то элементы научных представлений о птицах — их генетические и поведенческие особенности, наличие клюва, костного скелета, а также другие признаки птиц как биологического класса. Разумеется, «сущностные» признаки — это не определения, они также не могут быть фиксированными, так как научное знание развивается. Эти признаки, как правило, не используются для быстрой категоризации — большинство из нас обладает лишь весьма смутными биологическими познаниями о том, что представляют собой птицы. Однако обращение к сущности как к последнему арбитру все же нельзя исключать в специальных случаях, когда категоризация сталкивается с выбором альтернатив — если, например, кто-то захочет выяснить, является ли его любимая собака действительно терьером, и не будет при этом полагаться только на его прототипные черты (окраска и т. п.). Но, разумеется, гораздо большую роль «сущностные» признаки играют в рассуждениях. Если я, например, знаю, что наблюдаемое мною животное — тигр, то на основании уже биологических знаний я могу сделать вывод, что он — близкий родственник кошек, а не собак.

Иным образом дело обстоит с четкими, «классическими» понятиями, содержание которых включает в себя существенные свойства. Среди этих понятий нередко встречаются случаи, когда существенные свойства одновременно оказываются и их «сущностными» характеристиками (признаками). Но даже такие классические понятия, по-видимому, также имеют прототипы. Как показали соответствующие эксперименты, для понятия «четное число» прототипом, например, служат числа 8 и 22, в то время как 18 и 30 — нет; для понятия «нечетное число» — 7 и 13, а 15 и 23 — нет; для понятия «плоская геометрическая фигура» в качестве прототипных, «образцовых» примеров выступают треугольник и прямоугольник, а не эллипс или трапеция. Категоризация этих понятий также требует значительно меньшего времени, если испытуемые прибегают к помощи прототипов. Ко-

нечно, между прототипами классических понятий, с одной стороны, и прототипами понятий нечетких, «размытых», с другой, имеются принципиальные различия: прототипы классических понятий выступают как типичные примеры в ином смысле, так как им присущи многие существенные свойства (и «сущностные» признаки) этих понятий.

Наличие прототипов в содержании нечетких понятий в целом хорошо согласуется с реальными особенностями повседневного мышления людей, которые часто думают и рассуждают более конкретно, чем это требует ситуация. Если верно, что любое нечеткое понятие может быть представлено своим собственным специфическим примером или подклассом соответствующих случаев, то становится понятным, почему мы, оперируя понятиями, мыслим все же с помощью конкретных примеров. Видимо, некоторые наши мыслительные преобразования (операции), некоторые процессы обработки когнитивной информации (скорее всего в силу двойного кодирования информации в нашей когнитивной системе) требуют только конкретных репрезентаций, и потому одна из функций прототипов — запускать эти процессы. Неудивительно, поэтому, что категоризация нечетких понятий оказывается для испытуемых делом гораздо более легким при наличии сходства конкретных примеров этих понятий с прототипами других понятий (категорий), а не с абстрактными репрезентациями¹⁴. Выявлено также немало случаев, когда использование неаналитических стратегий, способствующих запоминанию конкретных примеров, дает больший эффект и ведет к более точной категоризации, чем это позволяют аналитические стратегии. Если, например, испытуемый не знает, является ли данный конкретный случай примером какого-либо понятия, то спасительной и весьма эффективной стратегией нередко оказывается его реакция, основанная на сходстве этого, подлежащего ка-

¹⁴ См., например: *Nosofsky R. M. Attention, Similarity, and the Identification-Categorization Relationship // Journal of Experimental Psychology: General. 1986. Vol. 115. P. 39–57.*

тегоризации, случая с извлеченным из долговременной памяти прототипом¹⁵. Однако, как бы ни были полезны прототипные репрезентации нечетких понятий для нашего повседневного мышления, необходимо все же учитывать их ограниченные возможности как средств обобщения и когнитивной экономии. Но, к счастью, содержание практически любого понятия, конечно же, не исчерпывается типичными образцами, конкретными примерами; понятие — это всегда и некая абстрактная пропозициональная сущность, включенная в семантические сети, пакеты знаний и т. д.

Для архаического, преимущественно пространственно-образного мышления наших далеких предков (как и для мышления современных первобытных популяций), видимо, было характерно широкое использование перцептивных обобщений — прототипов, которые включались в мысленные преобразования, управляемые доминирующими неаналитическими стратегиями. Древняя магия перцептивного образа скорее всего распространялась и на прототипы. В силу этого они могли служить источником сакральных смыслов для ассоциируемых с ними перцептивных образов и представлений.

¹⁵ См.: *Brooks L. R. Nonanalytic Concept Formation and Memory for Instances // Cognition and Categorization. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1978. P. 169–211.* Характерно, что дети в возрасте приблизительно до 10 лет в процессе категоризации объектов ориентируются исключительно на прототипы, а не на сущностные признаки понятий. Это позволяет предположить, что прототипы многих классических понятий становятся известны людям до познания их сущности. Только с 10 лет и старше дети демонстрируют ясный сдвиг от прототипа к сущности как окончательному арбитру в выборе понятийного содержания, и в этом, бесспорно, проявляется влияние систематического образования. Однако, несмотря на это, люди, как правило, продолжают придерживаться прототипов, которые у них ранее сформировались, на протяжении всей своей жизни, причем даже для четко определенных понятий.

6.3. Неаналитические стратегии архаического мышления

Интересующие нас особенности стратегий переработки когнитивной информации, присущие архаическому мышлению как мышлению преимущественно пространственно-образному, в первую очередь касаются устанавливаемых им специфических связей и ассоциаций перцептивных образов, представлений и прототипов. Как уже отмечалось, отдельные элементы перцептивных образов и сами образы, «гештальты», здесь могут взаимодействовать друг с другом в разных или даже полностью взаимоисключающих смысловых отношениях, что, собственно, и определяет многозначность образов, а также обозначающих их смысл слов. Многозначный образный контекст, естественно, не сводим к вербальному, поскольку, кроме всего прочего, речь, какой бы она ни была детально описательной, символичной или метафоричной, является лишь «вторичным» идеальным инструментом кодирования мысли. Поэтому судить об «автоматических», непосредственно не контролируемых символьным (вербальным) сознанием процессах пространственно-образного мышления и выявить инвариантные структуры генерируемых им ассоциативных связей пока что можно лишь на основании косвенных данных. В принципе такого рода данные, видимо, могут быть получены в результате изучения «следов» правополушарных мыслительных стратегий в сценариях сновидений, которые практически не контролируются редуцированным символьным сознанием. Другим удобным модельным объектом для исследования этих стратегий может служить «логика» мифа.

По-видимому, именно К. Леви-Стросс, выдающийся антрополог, исследователь мифологии и фольклора, впервые высказал и тщательно обосновал ставшую впоследствии классической мысль о том, что миф как концептуальная система является продуктом бессознательной мыслительной активности и в силу этого обладает «бессознательной» структурой, а различия касаются лишь материала образов,

которыми он оперирует¹⁶. Анализ К. Леви-Стросса, а также другие исследования «логики» мифа, кроме того, показывают, что архаическое мышление довольно активно и свободно манипулирует различными перцептивными представлениями и в первую очередь весьма обширным набором оппозиций, противопоставлений, исходным материалом которых обычно выступают конкретные образы животных, растений, предметов, небесных светил и других природных объектов, а также прототипные общие свойства, признаки, формы и т. д. Эти оппозиции — а их корни уходят в древнюю магию — располагаются на различных уровнях и между собой взаимодействуют. Дихотомия сакрального и профанного (божественного и земного) — наиболее универсальна, она пронизывала все сферы мировосприятия древнего человека и определенным образом структурировала все прочие полярные противопоставления, менее универсальные, например космические («правое — левое», «высшее — низшее», «ночь — день», «жизнь — смерть»), этические («добро — зло»), этнические («мы — чужеземцы»), мифологические («близнецы — антагонисты») и т. д. Из источников по истории античной философии мы знаем о существовании десяти раннепифагорейских оппозиций — «чет — нечет», «мужское — женское», «свет — тьма», «правое — левое» и т. д., в которых каждый член оппозиции изначально обладал важным символическим значением либо положительного (благоприятного для людей), либо отрицательного (неблагоприятного для них) начала. По словам М. Элиаде, в архаическом мышлении различные системы противопоставлений «выражают как структуры мира и жизни, так и специфические

¹⁶ «Создан ли миф субъектом или заимствован из коллективной традиции (причем между индивидуальным и коллективными мифами происходит постоянное взаимопроникновение и обмен), он различается лишь материалом образов, которыми оперирует; структура же остается неизменной, и именно благодаря ей миф выполняет свою символическую функцию» (Леви-Стросс К. Структурная антропология. С. 181).

формы существования человека. Человеческое существование понимается как «повторение» вселенной; соответственно космическая жизнь делается понятной и значащей через восприятие ее в качестве «кода»¹⁷.

Конечно, в силу генетической предрасположенности когнитивной системы людей к генерации бинарных альтернатив оперирование оппозициями, полярными противопоставлениями, строго говоря, нельзя рассматривать в качестве специфического элемента холистической стратегии только архаического мышления, получающего адекватную репрезентацию в структуре мифа как концептуальном продукте его относительно спонтанной активности. Соответствующие эксперименты, проведенные в свое время американским психотерапевтом А. Ротенбергом, в частности, показывают, что творческие личности также обнаруживают сильную тенденцию мыслить оппозициями и отрицаниями, прибегая к методу противопоставлений даже при решении весьма простых тестовых задач¹⁸. (Отсюда, кстати говоря, и часто встречающееся название творческого мышления — «мышление двуликого Януса»). Поскольку творческие акты продуцируются благодаря активности правого полушария, то *генерация оппозиций и оперирование ими — это скорее всего результат «работы» генетически закрепленных алгоритмов когнитивных программ, ответственных за «автоматические», непосредственно не контролируемые символьным сознанием, стратегии пространственно-образного мышления.*

Поясняя генетическую «логику» мифа, К. Леви-Стросс, в частности, отмечал, что «миф обычно оперирует противопоставлениями и стремится к их постепенному снятию — медиации»¹⁹. Цель мифа состоит в том, чтобы «дать логическую модель для разрешения некоего противоречия (что невозможно, если противоречие реально)», но это приводит

¹⁷ Элиаде М. Космос и история. С. 214.

¹⁸ См.: Rothenberg A. The Emerging Goddess. The Creative Process in Art, Science and other Fields. Chicago, 1979.

¹⁹ Леви-Стросс К. Структурная антропология. С. 201.

лишь к порождению в его концептуальной структуре бесконечного числа слоев: «миф будет развиваться как бы по спирали, пока не истощится интеллектуальный импульс, породивший этот миф»²⁰. Пытаясь разрешить исходное противоречие (например, между «верхом» и «низом»), миф заменяет его более узкой оппозицией (в данном случае, например, «земля — вода»), а затем еще более узкой и т. д. Противоречие, однако, остается неразрешенным, и поэтому задача мифа в конце концов сводится к доказательству верности обоих членов оппозиции. То есть если, например, А отождествляется с сугубо негативной функцией, а В — с позитивной, то в процессе медиации В оказывается способным принимать на себя и негативную функцию. Таким образом, прогрессирующая медиация постепенно ведет к замене более отдаленных и абстрактных полюсов более близкими и конкретными, пока, наконец, не будет найден символический медиатор, семантические ресурсы которого позволяют совместить противоположности, что, собственно, и отвечает цели мифа — снять исходное противоречие²¹.

Характерно, что не контролируемая сознанием правополушарная мыслительная стратегия, во многом совпадающая с «логикой» мифа, проявляется также и в работе сновидения. Согласно З. Фрейду, какой-то скрытый элемент сновидения может, например, замещаться (он назвал этот процесс «смещением») чем-то весьма отдаленным, какой-то метафорой или намеком, который «связан с замещаемым эле-

²⁰ Там же.

²¹ Исследования фольклора первобытных популяций, правда, выявили некоторые «архаические» отклонения от идеальной концептуальной схемы К. Леви-Стросса. В частности, оказалось, что иногда медиатор может сразу снять исходное противоречие, либо не выполнять свою функцию, либо даже вообще отсутствовать. Существенные отличия от упомянутой схемы снятия противоречий (опозиций) нетрудно обнаружить и в социально-политических мифах, например в мифологии большевизма, инициировавшей многочисленные бесплодные попытки сконструировать «диалектическую логику».

ментом самыми внешними и отдаленными отношениями и поэтому непонятен, а если его разъяснить, то толкование производит впечатление неудачной остроты или насильственно притянутой за волосы, принужденной интерпретации»²². В результате такой ассоциативной замены (отождествления) происходит смещение когнитивного акцента с важного элемента сновидения на другой, менее важный, и возникает новый центр развертывания сценария сновидения.

3. Фрейд также обратил внимание на некоторые особенности генерирования перцептивных обобщений в сновидениях (или «сгущения», если воспользоваться его терминологией). Итогом этого процесса оказывается слияние скрытых разнородных элементов фигурирующих в сновидениях перцептивных образов, которым, однако, присуще нечто общее, в единое, целостное, хотя и многозначное «размытое» представление. По его словам, «благодаря накладыванию друг на друга отдельных сгущаемых единиц возникает, как правило, неясная расплывчатая картина, подобно той, которая получается, если на одной фотопластинке сделать несколько снимков»²³. Процесс разрешения возникающих в ходе сновидения противопоставлений, оппозиций, управляемый автоматической стратегией правополушарного мышления, происходит по той же самой схеме, как и в случае «сгущения», т. е. сводится к медиации перцептивных образов, когда «один элемент в явном сновидении, который способен быть противоположностью, может означать себя самого, а также свою противоположность или иметь оба значения»²⁴.

Итак, если верно, что миф и работа сновидения хотя бы приблизительно воспроизводят неуправляемую символьным (вербальным) сознанием холистическую стратегию правополушарного, пространственно-образного мышления, то, ис-

²² Фрейд З. Введение в психоанализ. Лекции. М., 1989. С. 109.

²³ Там же. С. 107.

²⁴ Там же. С. 111.

ходя из вышеизложенного, видимо, можно предположить, что эта стратегия включает в себя по крайней мере такие операции, как отождествление и противопоставление, а также медиацию как инструмент обобщения и снятия оппозиций (противопоставлений). Эти операции и преобразования перцептивных репрезентаций (образов, представлений и прототипов) не предполагают какой-то детальной или тонкой аналитической дифференциации. С этой точки зрения арсенал средств и оперативные возможности архаического, преимущественно пространственно-образного мышления могут показаться весьма ограниченными, даже «бедными», но этот вывод явно не согласуется с видимым богатым содержанием мифов и их довольно сложной концептуальной структурой. Здесь, однако, следует учитывать сложноорганизованную природу самих мифологических образов, их многозначность, что предполагает наличие между ними весьма широкого спектра взаимоотношений. К тому же мифемы, т. е. типы событий как «составляющие единицы мифа представляют собой не отдельные отношения, а пучки отношений», и «только в результате комбинации таких пучков составляющие единицы приобретают функциональную значимость»²⁵.

Кроме того, как показывает анализ К. Леви-Строссом мифов южноамериканских индейцев, метафорическая «логика» сюжетосложения мифов широко использует специальные схемы («коды») — космологическую, техноэкономическую, географическую и социологическую. Опираясь на многозначными образами, она часто прибегает к изменению этих схем и их переплетению в динамике сюжета и в итоге довольно успешно справляется с задачей трансформации мифа. Но устойчивые комплексы связанных (с помощью схем) образов — это своего рода организованные пакеты культурной информации, которые могут содержать данные о соответствующих объектах и их особенностях, о порядке действий и взаимоотношениях между участниками событий

²⁵ Леви-Стросс К. Структурная антропология. С. 188.

(сценариях) и т. д. Взаимосвязь схем, их тесное переплетение в ходе развертывания содержания мифа, часто сопровождаемого многократными повторами одной и той же последовательности, приводит к трудноуловимым ассоциациям образов, к отождествлению казалось бы далеких вещей, например поисков меда (акустический код), созвездия Плеяд (астрономический код) и плохо воспитанной девушки (социологический код). Перемещение по реке (географический код) здесь оказывается мифической «причиной» нарушения семейных отношений, отождествляются инцест и затмения, затмения и эпидемии, шум и социальный беспорядок, каннибализм и болезнь, кухня и тишина (порядок) и т. д. Благодаря многозначности образов, позволяющих интегрировать широкий спектр прототипных свойств, связующим звеном между различными схемами могут выступать представления о некоторых мифических животных (например, о дикобразе или опоссуме), а также репрезентации предметов, играющих важную роль в мифах, ритуалах и экономике (в частности, сосуд из тыквы и др.).

И, наконец, картина мифологических контекстуальных связей была бы явно неполной, если не учитывать наличие здесь разного рода тотемических систем, метафорически связанных друг с другом и с другими схемами. Эти системы либо отождествляют, либо противопоставляют представления о конкретных видах животных и соответствующих социальных группах людей, выступая тем самым в качестве простейших моделей миропонимания, инструментов мысленной классификации и дифференциации природных и социокультурных объектов. Таким образом, богатые семантические ресурсы перцептивных репрезентаций архаического мышления открывают для метафорической «логики» мифа весьма широкий простор (естественно, вне сферы логических и причинно-следственных отношений) для отождествлений, противопоставлений и медиаций мысленных образов, сюжетов (мифем), которые, несмотря на единую структуру мифа, могут варьироваться от мифа к мифу, от культуры к культуре.

Глава VII

СОЗНАНИЕ

Сознание является высшей когнитивной способностью, оно играет огромную роль в управлении многими когнитивными функциями — распознаванием образов, невербальных символов и звуковых паттернов, слов, знаково-символическим (логико-вербальным) мышлением, вниманием, работой кратковременной и долговременной памяти, а также поведением людей. Поэтому анализ сознания имеет первостепенное значение для эпистемологии¹. Мы будем исходить из предпосылки, что человеческое сознание имеет информационную природу, что оно представляет собой своего

¹ О проблеме сознания см., например: *Бескова И. А.* Эволюция и сознание: новый взгляд. М., 2002; *Дубровский Д. И.* Проблема идеального. Субъективная реальность. М., 2002; *Швырев В. С.* Рациональность как ценность культуры. М., 2003; *Юлина Н. С.* Головоломки проблемы сознания. М., 2004; Эволюция. Мышление. Сознание / Ред. И. П. Меркулов. М., 2004; *Velmans M.* Is Human Information Processing Conscious? // *Behavioural and Brain Sciences*. 1991. Vol. 14(4). P. 651–672; *Baars B., McGovern K.* Cognitive Views of Consciousness: What are the Facts? How Can We Explain Them? // *The Science of Consciousness: Psychological, Neuropsychological, and Clinical Views* / Ed. by M. Velmans. Routledge, 1996; *Humphrey N.* How to Solve the Mind-body Problem // *Journal of Consciousness Studies*. 2000. Vol. 7(4). P. 5–20; *Velmans M.* How Could Conscious Experiences Affect Brains? // *Journal of Consciousness Studies*. 2002. Vol. 9 (11). P. 3–29; *Morin A.* Right Hemispheric Self-awareness: A Critical Assessment // *Consciousness and Cognition*. 2002. Vol. 11(3). P. 396–401; *Carruthers P.* Consciousness: Explaining the Phenomena // *Naturalism, Evolution and Mind* / Ed. by D. Walsh. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. Chapter 4. P. 61–85; *Harnad S.* Can a Machine Be Conscious? How? // *Journal of Consciousness Studies*. 2003. Vol. 10 (4–5). P. 69–75.

рода естественное логическое устройство (комплекс когнитивных программ и метапрограмм), управляющее только информационными процессами нашей когнитивной системы. Сознание не может быть редуцировано к протекающим в нейронных сетях мозга материальным процессам более низкого уровня — к физико-химическим, нейробиологическим, нейрофизиологическим и т. д., — хотя и базируется на них. Это означает, что мы с нашей когнитивной системой и нашими высшими когнитивными способностями принадлежим к природному миру, что мы включены в его структуры и что только для рассмотрения процесса познания мы должны аналитически жестко разграничить внешний мир и наше сознательное «Я»².

Сознание — это высшая когнитивная способность живых существ, проявляющаяся прежде всего в самосознании (т. е. в осознании собственного «Я» и своего отличия от других представителей вида, в «узнавании» себя (прежде всего визуальном), в распознавании образа «Я», в наличии «Я-образов» и т. д.), которая вместе с тем выступает и как сопряженная с самосознанием когнитивная структура более высокого уровня, ответственная за центральное управление человеческим знаково-символическим (логико-вербальным) мышлением от лица «Я-образов» и «Я-понятий» и интегрированными с этим мышлением когнитивными функциями (памятью, вниманием, распознаванием образов и т. д.). Сознание также управляет и действиями людей главным образом на уровне их планов, целей и намерений.

7.1. Эволюция сознания

На протяжении 500 млн. лет биологическая эволюция организмов, обладающих нервными клетками, сопровождалась усложнением их когнитивной системы. Она привела к

² Более подробно об информационной природе сознания см.: Меркулов И. П. Эпистемология. Т. 1. Ч. 1. Гл. IV.

формированию у них восприятия и самовосприятия (предполагающего фиксацию своего существования в окружающей среде), а затем и высших когнитивных функций (мышления, долговременной памяти и т. д.). Появление рудиментов сознания скорее всего явилось результатом дальнейшей эволюции самовосприятия, результатом усложнения ответственных за его работу когнитивных структур. На определенном этапе когнитивной эволюции эти структуры, видимо, стали сталкиваться с проблемами, обусловленными значительным увеличением массива когнитивной информации (внутренней, поступающей из организма животных, и внешней, создаваемой на основе сигналов из окружающей среды), требующей принятия решений. Эти «вычислительные» проблемы могли быть решены путем буферизации избыточной для самовосприятия когнитивной информации и порождения более высокоуровневых преадаптивных когнитивных структур, генерирующих рудименты *перцептивного самосознания (сознания)*. Первоначально эта новая (преадаптивная) когнитивная способность, вероятнее всего, оставалась у высших приматов функционально избыточной и в отличие от их относительно низкоуровневого самовосприятия не была сопряжена с единым центром управления когнитивными и физиологическими функциями животных и их поведением.

У ныне живущих шимпанзе, генетически наиболее близких гоминидам, рудименты перцептивного самосознания были обнаружены экспериментально. Нейрофизиологические исследования показали, что они обладают ограниченной когнитивной способностью визуально отличать «Я» от «не-Я»³. Как оказалось, шимпанзе испытывает огромное удовольствие, рассматривая себя в зеркале. Положительный тон эмоциональной реакции животного был объективно зафиксирован с помощью экспериментального устрой-

³ Впервые эта способность была выявлена американским нейрофизиологом Р. Сперри с помощью теста с зеркалом. Подробнее об этом см., например: Cohen A. P. Self-Consciousness. London, 1994.

ства, позволяющего снимать сигналы с электродов, вживленных в соответствующие зоны головного мозга. Позднее положительные результаты этого теста получили дополнительное экспериментальное подтверждение с помощью новых технических устройств — электронных томографов и сканеров магнитного резонанса, — которые позволили зафиксировать всплеск информационной активности мозга подопытного животного. До этих экспериментов нейрофизиологи полагали, что только человек способен визуально узнавать себя в зеркале, причем это зачаточное проявление самосознания развивается у детей довольно поздно, лишь к 18 месяцам жизни (за исключением детей, когнитивно отсталых или больных аутизмом). И это неудивительно, так как зрительное распознавание перцептивного образа человеческого лица требует одновременной переработки сотен параметров, которая «по плечу» только мощной когнитивной системе, имеющей параллельную архитектуру.

Обнаруженные у шимпанзе зачатки самосознания позволяют этим антропоидам легко «узнавать себя», т. е. визуально самораспознавать множество параметров, характеризующих их индивидуальные внешние признаки, и создавать внутреннюю перцептивную репрезентацию себя — «Я-образ». Эта преадаптивная способность к перцептивному сознанию, видимо, получила развитие у филогенетических родственников этих антропоидов — древнейших гоминид, — которые жили небольшими охотничьими коллективами (не более 50—150 особей) и, скорее всего, еще не обладали даром полноценной членораздельной речи. Поэтому в когнитивные предпосылки формирования перцептивного сознания не могут быть вплетены ни речь, ни труд, ни общество в современном его понимании.

Перцептивное сознание древних гоминид, по-видимому, не принимало какого-либо заметного участия в управлении когнитивными функциями. Оно в основном «информировало» людей об их собственном существовании и внутренних состояниях, выступая тем самым как *дополнительное средство информационного контроля «внутренней» среды*. По-

скольку правополушарное пространственно-образное мышление подчиняется своим собственным, генетически направляемым стратегиям, перцептивное сознание в принципе не могло влиять на эти стратегии, выбирать из них наиболее оптимальные и т. д. Мыслительные акты скорее всего запускались центром, сопряженным с самовосприятием. Полезной аналогией (или лучше, метафорой), позволяющей нам как-то представить себе работу древнейшего перцептивного сознания, может служить функционирование сознания современных людей в состоянии сна. Во сне высшие управляющие уровни символьного (вербального) сознания отключаются и его функции оказываются редуцированными к наблюдению, «подглядыванию» за «сценариями» сновидений. Каким-то образом повлиять на эти сценарии и на общий ход сновидений редуцированное символическое сознание не может в силу автоматизма правополушарных мыслительных процессов. Оно лишь в состоянии создать «отчет» о своей работе «наблюдателя» в нашей долговременной эпизодической памяти.

Способность управлять мыслительными процессами сознание обрело в ходе дальнейшей биологической (когнитивной) эволюции гоминид благодаря появлению и развитию у них речевой коммуникации и «вторичного», вербального и невербально-символического кодирования мысли. Разумеется, это потребовало формирования новых, более высокоуровневых когнитивных структур, ответственных за центральное управление речью и знаково-символическим (логико-вербальным) мышлением. Возникшее *символьное (вербальное) сознание*, в отличие от более низкоуровневого перцептивного сознания, оказалось в состоянии взять на себя целенаправленное управление ходом мыслительных преобразований, выбор и оптимизацию левополушарных мыслительных стратегий. Поскольку символичные коды — это коды «вторичные», репрезентирующие идеальные концептуальные структуры и системы, то мысленная манипуляция символами и словами не блокируется относительно низкоуровневыми генетически управляемыми программами, адаптированными

ми к оперированию исключительно перцептивными, «первичными» репрезентациями. Когнитивные структуры символического (вербального) сознания, конечно же, не могли не получить генетического закрепления в геноме отдельных человеческих популяций в результате действия механизмов естественного отбора, поскольку они оказались адаптивно ценным эволюционным приобретением, способствующим развитию социальной коммуникации, знаково-символического (логико-вербального) мышления, а также общего, «совместного знания» («социального сознания»), духовной и материальной культуры, имевших приоритетное значение для выживания *Homo sapiens sapiens*.

7.2. Перцептивное и символическое (вербальное) сознание

В когнитивной науке, в психологии, психофизиологии и философской литературе исследователи прибегают к услугам многочисленных классификаций сознания. Весьма полезным для некоторых исследовательских задач является довольно распространенное (главным образом в описательной психологии и некоторых философских направлениях) выделение уровней сознания — предсознательного (подсознательного) и бессознательного. Более строгой и более точной дифференциацией, на наш взгляд, было бы отнесение этих уровней к функционированию структур когнитивной системы человека, к протекающим в ней процессам переработки когнитивной информации, поскольку «бессознательное» в самом общем смысле означает лишь, что есть уровни когнитивной активности (или психики), не подлежащие сознательному контролю, а следовательно, и не относящиеся к сфере сознательного. По-видимому, уровень «бессознательного», если не ограничиваться его специфическими определениями, выдвинутыми в работах З. Фрейда, К. Юнга и других психоаналитиков, также может быть анали-

чески дифференцирован на несколько уровней. Кроме того, необходимо учитывать, что в нашем организме протекает огромное количество биологических процессов, которые скорее всего вообще автономны не только от сознания, но и от работы нашей когнитивной системы. Непосредственно генетически, например, управляется рост волосяного покрова и ногтей, который продолжается даже некоторое время после смерти людей. Хотя такого рода процессы не контролируются нашим сознанием и в этом смысле они действительно «бессознательны», их, конечно же, нельзя относить к неосознаваемым уровням переработки информации нашей когнитивной системой. Классификации «сознательное — бессознательное» могут подлежать, с нашей точки зрения, только процессы переработки *когнитивной* информации.

С другой стороны, люди, не имеющие специальной подготовки, обычно не в состоянии сознательно управлять ритмом сердечных сокращений, уровнем своего кровяного давления, температурой тела и многими другими протекающими в человеческом организме физиологическими процессами, хотя они и контролируются нашей нервной системой. Означает ли это, что процессы переработки когнитивной информации, управляющие нашими физиологическими состояниями, вообще неосознаваемы (т. е. относятся к уровням бессознательного)? С помощью соответствующих аутогенных тренировок и самовнушения многие из нас, однако, могут научиться воспринимать и осознавать когнитивную информацию о работе своего сердца, они даже могут в определенных границах управлять ритмом сердечной мышцы. После обучения тренированные люди также обретают способность существенно понижать свое кровяное давление или увеличивать температуру локализованного участка своего тела на несколько градусов. (Гораздо большими возможностями управления своими физиологическими состояниями обладают многие виды животных с достаточно развитым самовосприятием.) Но тогда оказывается, что наше сознательное «Я» все же имеет доступ к структурам нервной сис-

темы, осуществляющим управление некоторыми физиологическими процессами, и может влиять на их работу. Поскольку перенесение когнитивной информации о некоторых своих физиологических состояниях в поле сознания для тренированного человека не представляет особых трудностей, то не является ли это свидетельством, что эта информация все-таки локализована на предсознательном уровне?

Определенные трудности также возникают с особого рода когнитивной информацией, которую многие люди способны создавать на основе сигналов, получаемых на субсенсорном уровне. Они чутко реагируют на изменения атмосферного давления, электромагнитных и геомагнитных полей и т. д., влияющих на их организм, на его внутренние состояния, которые оказываются в поле самовосприятия. Способность воспринимать сигналы на субсенсорном уровне, видимо, была унаследована гоминидами от своих дальних негоминидных предков. При определенных условиях информация, создаваемая на основе сигналов, извлекаемых на субсенсорном уровне, попадает в поле сознания, может частично осознаваться. Однако пути трансляции такого рода когнитивной информации, как и каким образом она создается, где в нашем мозге локализованы центры ее переработки и т. д., — все это до сих пор остается неясным.

И, наконец, возникает вопрос, к какому уровню следует относить вполне осознаваемые процессы переработки когнитивной информации, которые в то же время остаются вне сферы сознательного управления? Характерным примером здесь могут служить мыслительные процессы, протекающие в период трансформированного состояния сознания — сна. Скорее всего, абсолютно неподконтрольные нашему сознанию «сценарии» сновидений являются результатом развивающегося в этом состоянии сенсорного дефицита. Это подтверждается экспериментами по сенсорной депривации, когда у испытуемых, находящихся длительное время в изолированной комнате, отмечалось появление в бодрствующем состоянии зрительных галлюцинаций. Хотя во время сна происходит ослабление общей и локальной активности

мозга, наша когнитивная система, видимо, все же стремится «компенсировать» сенсорный дефицит, запуская не контролируемые сознательно мыслительные процессы. Наше редуцированное, перцептивное сознание способно лишь пассивно « созерцать » эту мыслительную активность. Характерно, однако, что информация о симптомах многих надвигающихся патологических изменений человеческого организма иногда получает символическую репрезентацию в не контролируемых сознательно сюжетах сновидений.

В когнитивной психологии, где познавательные процессы рассматриваются с точки зрения моделей переработки информации, довольно широкое признание получила (предложенная в свое время Э. Тульвингом) дифференциация сознания на три типа — аноэтичное, ноэтичное и аутоноэтичное, — которые связаны с использованием трех видов памяти: процедурной, семантической и эпизодической⁴. Аноэтичное (или «незнающее») сознание ограничено во времени конкретной текущей ситуацией. Оно позволяет человеку лишь фиксировать перцептивно воспринимаемую информацию и реагировать своим поведением на изменения окружающей среды. Для такого сознания достаточно когнитивных ресурсов процедурной памяти, которая сохраняет знания, относящиеся к навыкам и умениям. Ноэтичное (или «знающее») сознание дает возможность осознавать события, объекты и взаимосвязи между ними, даже если они и не находятся в поле восприятия или существуют только как идеальные концептуальные структуры. Этот тип сознания в чем-то аналогичен символическому (вербальному) сознанию и предполагает использование ресурсов семантической памяти. И, наконец, наиболее сложный тип сознания — это аутоноэтичное (или «знающее о себе») сознание. Оно позволяет воспроизвести лично пережитые события, факты личной жизни и т. д. Это сознание связано с работой эпизодической памяти, так как она способна сохранить информацию о событиях жизни отдельного человека.

⁴ См., например: Солсо Р. Когнитивная психология. С. 111–112.

Эта классификация типов сознания, опирающаяся на выделенные в когнитивной психологии виды памяти, только на первый взгляд может показаться довольно формальной. Она заслуживает самого пристального внимания, поскольку специфическую работу сознания как способности управлять другими, более низшими когнитивными способностями, например знаково-символическим (логико-вербальным) мышлением, экспериментально психологам и нейробиологам пока что не удается исследовать *сепаратно*, в отдельности от работы этих управляемых сознанием способностей. Наше (символьное) сознание всегда интенционально (разумеется, если оно работает), но непосредственно оно направлено не на внешний мир и даже не на определенный предмет или объект (в том числе и идеальный), как полагали, например, Ф. Brentano, Э. Гуссерль, Ж.-П. Сартр и др., а на *управление более низшими когнитивными процессами и способностями* — распознаванием образов, вниманием, памятью, знаково-символическим мышлением и т. д. Интенциональны восприятие, внимание и мышление животных, не обладающих ни перцептивным, ни символьным сознанием. Работа их когнитивных способностей в известных границах управляется центрами, сопряженными с самовосприятием.

Таким образом, есть основания предполагать, что интенциональность нашего (символьного) сознания — это интенциональность более высокого, «второго порядка». Когда какая-то вещь, например стакан на столе, оказывается в поле текущего восприятия наблюдателя и его результат осознается, то это, конечно же, не означает, что сам по себе процесс восприятия правомерно рассматривать как какое-то особое состояние сознания воспринимающего субъекта. Стакан становится «объектом сознания» наблюдателя лишь опосредованно, метафорически, являясь итогом сложной интеграции когнитивной системой результатов относительно низкоуровневого восприятия и их высокоуровневого аналитического осмысления (понимания), следствием способности нашего символьного сознания управлять вниманием, распоз-

наванием образов, направленностью зрительного восприятия, знаково-символическим (логико-вербальным) мышлением и т. д. Многие цветовые, а также перспективистские характеристики пространственного восприятия, например, вообще не осознаются представителями современных первобытных популяций, поскольку их архаическое, преимущественно пространственно-образное мышление не располагает соответствующими аналитическими инструментами. Само по себе *наше сознание не воспринимает, не мыслит и не запоминает*, его также нельзя отождествлять с вниманием. Для человеческого символьного (вербального) сознания некоторые более низшие когнитивные способности (но далеко не все) оказываются своего рода инструментами, которыми оно только в некоторых границах в состоянии манипулировать. С учетом вышеизложенного мы должны отдавать себе отчет в тех огромных трудностях, с которыми сталкиваются косвенные подходы к изучению сознания через подчиненные ему более низкоуровневые когнитивные способности, например память или внимание, хотя последние и поддаются непосредственному экспериментальному исследованию. Но это, естественно, не умаляет ценности этих подходов.

Поскольку сознание и другие высшие когнитивные функции претерпевали коэволюционные изменения в ходе биологической (когнитивной) эволюции человеческих популяций, то какие-то этапы эволюции сознания могут действительно совпадать с соответствующими этапами эволюции систем памяти. Однако если каждому виду памяти ставить в соответствие определенный вид сознания, то неизбежно возникает ряд проблем, связанных, в частности, с тем обстоятельством, что некоторые виды памяти когнитивная система гоминид унаследовала от негоминидных предков человека. Так, например, «незнающее» сознание — это, по видимому, филогенетически «первичная», эволюционно самая ранняя разновидность довербального сознания гоминид. Однако едва ли можно с уверенностью утверждать, что в поле этого типа сознания никакие знания вообще не попа-

дали. Речь, конечно, не идет о вербализованных знаниях (и иной вербализованной культурной информации) или вербальной репрезентации мысли. Но это сознание по меньшей мере должно было обладать перцептивными знаниями (когнитивной информацией) о том, что ее носитель есть живое существо, обособленное от внешнего мира, есть автономная, обособленная от окружающей среды «самость». Без относительно высокоуровневого *перцептивного самораспознавания себя* нет и не может быть никакого сознания. В то же время следует учитывать, что когнитивные структуры, обеспечивающие работу процедурной памяти, возникли у организмов в ходе биологической эволюции задолго до появления высших антропоидов, обладавших рудиментами сознания и самосознания. Процедурные знания приобретают и запоминают многие виды животных. Высшие антропоиды, шимпанзе, целенаправленно обучают своих детенышей простейшим коллективным процедурным знаниям, своего рода know how — как, например, изготовить орудие для охоты на муравьев или расколоть орех камнем. Овладение древнейшими гоминидами элементарными навыками и иными процедурными знаниями, а также их запоминание скорее всего не требовали управляющего участия довербального, перцептивного сознания. Ясно также, что процедурная память современного человека несопоставимо более развита и функционирует в тесной кооперации с семантической памятью. Она управляется нашим символьным (вербальным) сознанием и в силу этого включает символизацию больших последовательностей операций, сценариев и схем действий людей. Она также сохраняет информацию о правилах манипуляции символами и построении символьных выражений.

До появления у гоминид относительно развитой речи, знаково-символического (логико-вербального) мышления и символьного (вербального) сознания их когнитивная система, видимо, не нуждалась в структурах, ответственных за семантическую память. С этой точки зрения «знающее» сознание — это синоним символьного (вербального) созна-

ния, которое способно не только в известных пределах управлять другими когнитивными функциями, но и обладает вербальными, в том числе и рефлексивными, знаниями о самом себе. Сложнее дело обстоит с автоноэтичным, «знающим о себе», сознанием, поскольку эпизодическая память — также весьма древнее эволюционное приобретение. Животные, обладающие достаточно развитым самовосприятием и перцептивным мышлением, легко запоминают и хранят в долговременной памяти перцептивные образы и представления о воспринимавшихся в прошлом событиях и связях между ними. Без обращения к ресурсам своей эпизодической памяти, без соотнесения ее перцептивного информационного содержания с информацией о себе они оказались бы не в состоянии мыслить и самообучаться. Поэтому «знающее о себе» человеческое сознание предполагает по меньшей мере тесную кооперацию эпизодической и семантической памяти, которая, кроме всего прочего, обусловлена характерным для нашей когнитивной системы двойным (перцептивным и символьно-вербальным) кодированием когнитивной информации. Человеческое символьное (вербальное) сознание позволяет мысленно реконструировать хранящуюся в нашей эпизодической памяти перцептивную, образную информацию о прошлых событиях как обозначаемую символами временную последовательность фактов нашей личной биографии. «Знающее о себе» сознание, таким образом, должно быть обязательно «знающим».

Отождествление знания и сознания имеет давнюю эпистемологическую традицию. Это отождествление вытекает из этимологии самого термина «сознание», которое происходит от латинской приставки *con* и глагола *sciare*, означающих в переводе на русский язык «общее, совместное знание». Конечно, общим достоянием человеческих популяций могут оказаться не только знания, но и любая культурная информация (в том числе верования, мифы, мифологизированная идеология, мировоззрение и т. д.). В силу огромных трудностей экспериментального исследования самого феномена сознания как такового в изоляции от работы «подчи-

ненных» ему высших когнитивных способностей (И. Кант, например, полагал, что мы *в принципе* не можем иметь знания о работе нашего сознания), отождествление сознания и знания оставалось до недавнего времени весьма распространенным представлением также и в когнитивной науке: сознание есть прежде всего «знание о событиях или стимулах окружающей среды, а также знание о когнитивных явлениях, таких как память, мышление и телесные ощущения»⁵. Ясно, однако, что наши сознательно фиксируемые знания — это лишь весьма поверхностный, эмпирически доступный нашему не вооруженному экспериментом самонаблюдению и самоанализу аспект работы сознания. Наше сознание «знает» только в силу того, что оно управляет высшими когнитивными способностями. Оно использует результаты их «работы» для того, чтобы внести в нее какие-то коррективы, и даже «заставляет» наше мышление генерировать идеальные приемы, правила и стратегии. Сознание устанавливает цель и намечает схему действий, оно выбирает, какая система действий будет доминировать, как и с помощью каких средств следует действовать для достижения цели.

С точки зрения эволюционно-информационной эпистемологии весьма полезным и продуктивным инструментом анализа феномена сознания может служить разграничение двух типов и одновременно двух когнитивных уровней сознательной активности — *перцептивного сознания и сознания символического (вербального)*⁶. Это разграничение хорошо согласуется с широко известными экспериментальными данными, свидетельствующими о наличии у людей двух тесно взаимосвязанных между собой систем переработки когнитивной информации, локализованных в правом и левом полушариях, а также с многочисленными данными соответ-

⁵ Солсо Р. Когнитивная психология. С. 111.

⁶ Довольно близкой к моему подходу, допускающему существование двух уровней и видов сознания, является концепция иерархии сознаний, выдвинутая известным российским психотерапевтом В. Л. Райковым. См.: Райков В. Л. Сознание. М., 2000.

ствующим клинических наблюдений⁷. Кроме того, оно позволяет аналитически выделить важнейшие этапы эволюции человеческого сознания и функциональные различия между его относительно более низким и более высоким когнитивными уровнями.

Перцептивное сознание — это наше относительно низкоуровневое сознание, базирующееся на совместной работе когнитивных структур правого полушария. Оно проявляется прежде всего в перцептивном самосознании, в осознании своего невербализованного «Я», в «узнавании» себя и распознавании своего информационного отличия от окружающей среды и других людей. Оно включает осознаваемое самоощущение и восприятие (пусть даже и весьма смутное) себя как комплекса информационных сигналов, поступающих от проприоцептивных внутренних реакций своего организма и протекающих в нем когнитивных процессов, а также осознаваемые эмоциональные реакции на себя, на свои самоощущения. Наше перцептивное сознание — это и осознаваемое самоощущение единства нашего физического и когнитивного существования и нашего обособленного, автономного бытия, нашей уникальности, нашей «самости» и себя как активного живого существа, которое остается идентичным самому себе во времени. Наконец, это и осознание нашего глубинного самоощущения того, что, несмотря на единство нашего телесного и когнитивного существования, работа нашей когнитивной системы как бы раздваивается в двух направлениях: она видит, слышит, осязает, понимает, мыслит, переживает и т. д., но эту свою работу ведет от самораспознающего себя «лица», которое видит, осязает, слышит, мыслит, переживает и т. д. Мы воспринимаем себя, свою «самость» как внутреннюю, перцептивно-мысленную репрезентацию когнитивной информации о себе, своих собственных знаниях о себе и своих состояниях.

⁷ См., например: Спрингер С., Дейг Г. Левый мозг, правый мозг. М., 1983; Kolb B., Whishaw I. Q. Fundamentals of Human Neuropsychology. San Francisco, 1990.

Наше перцептивное сознание непосредственно не участвует в управлении высшими когнитивными способностями, но оно позволяет нам перцептивно «знать», что мы существуем, и постоянно «информирует» нас об этом. Оно также, по-видимому, в состоянии управлять (в известных границах) нашим относительно низкоуровневым самовосприятием и нашими внутренними когнитивными состояниями (психическими процессами). Таким образом перцептивное сознание выступает в качестве инструмента информационного контроля внутренних состояний человека. Эта функция вытекает из филогенетических корней перцептивного самосознания, которое вероятнее всего возникло в результате буферизации «избыточной» для самовосприятия когнитивной информации. В силу этого *перцептивное сознание в когнитивном, информационном отношении тесно интегрировано с нашим бессознательным самовосприятием*, в том числе, видимо, и с его субсенсорным уровнем. Это глубинное, филогенетически более древнее бессознательное самовосприятие, видимо, и оказывается для нас тем значимым для нашего перцептивного сознания когнитивным уровнем, который психологи и философы традиционно рассматривают как «бессознательное». Наше перцептивное сознание фундаментально в том смысле, что только при его наличии, при наличии перцептивного самосознания возможно формирование и функционирование более высокоуровневого символьного (вербального) сознания. Именно перцептивное сознание первоначально формируется в ходе когнитивного развития ребенка, оно присутствует (хотя и в редуцированных формах) даже у крайне слабоумных людей, не способных от рождения к вербализации мысли, или у больных, полностью утративших свои речевые и мыслительные способности, а также свое управляющее символьное (вербальное) сознание в результате травм и болезней.

Выдающийся русский психиатр В. М. Бехтерев, специально изучавший динамику деградации сознания у психически больных, с удивительной наблюдательностью зафиксировал минимально возможную функцию нашего относи-

тельно низкоуровневого, филогенетически «первичного» перцептивного самосознания: «...первоначально утрачивается способность самопознавания, затем растрачиваются те ряды представлений, совокупность которых служит характеристикой нравственной личности данного лица: с течением же времени у такого рода больных утрачивается уже и сознание времени, а затем и сознание места, тогда как самосознание и сознание о «Я» как субъекте остаются большей частью не нарушенными даже при значительной степени слабоумия... В некоторых случаях крайнего упадка умственных способностей утрачиваются и эти элементарные и в то же время более стойкие формы сознания, причем от всего умственного богатства человеку остается лишь одно неясное чувство собственного существования...»⁸ Перцептивное сознание первым приходит к нам, позволяя осознать наше собственное бытие в этом мире, и последним покидает нас. Об этом свидетельствуют также данные «околосмертного опыта» некоторых пациентов, оказавшихся в течение нескольких минут в состоянии клинической смерти.

Способность управлять мыслительными процессами и другими высшими когнитивными функциями человеческое сознание обрело в ходе биологической (когнитивной) эволюции благодаря развитию речевой коммуникации, естественных языков и «вторичного», вербального, и символического невербального кодирования мысли. Появлению этих новых когнитивных способностей сопутствовала генерация в левом полушарии мозга высокоуровневых управляющих когнитивных структур, сопряженных с центрами самосознания. В силу «вторичности» вербальных кодов сознательное манипулирование символами не могло быть заблокировано относительно низкоуровневыми, генетически управляемыми стратегиями правополушарного пространственно-образного мышления. Поэтому в ходе эволюции наше символическое сознание стало постепенно обретать все большую сво-

⁸ Бехтерев В. М. Избранные труды по психологии личности: В 2 т. Т. 1. Психика и жизнь. СПб., 1999. С. 208.

боду выбора в управлении процессами оптимизации и конструктивизации идеальных концептуальных систем левополушарного знаково-символического мышления. Оно оказалось в состоянии не только ставить перед знаково-символическим мышлением какие-то «внешние» задачи и управлять общим ходом мысленных преобразований, но и ставить задачи «внутренние», связанные с использованием тех или иных мыслительных стратегий, приемов и методов, т. е. задачи оптимизации и конструктивизации используемых этим мышлением аналитических стратегий. Успешное решение этих задач открыло человечеству мир идеальных правил мысленного оперирования символами и концептуальными системами, позволило разработать приемы и методы научного познания. Символьное сознание, конечно, не в состоянии «отменить» или изменить наше воображаемое когнитивное пространство. Но в силу присущего нашей когнитивной системе двойного кодирования мысленной информации оно может инициировать наше воображение генерировать идеальное математическое пространство.

Разумеется, наше символьное сознание работает в тесной кооперации с перцептивным сознанием, с нашим относительно низкоуровневым невербальным «Я», которое обеспечивает самовосприятие и самоощущение нашего существования как обособленного, автономного и уникального живого существа, полагающего себя отличным от окружающей среды. Благодаря внутренней перцептивно-мысленной репрезентации актов самораспознавания именно невербальное «Я» (предполагающее единый комплекс «Я-образов») оказывается тождественным осознанию себя, перцептивному самосознанию. По-видимому, эволюция символьного сознания сопровождалась развитием «вторичного» вербального кодирования смыслов некоторых перцептивных «Я-образов» (т. е. лишь отдельных элементов перцептивного самосознания), которые оказались востребованными для нужд межличностной речевой коммуникации, развития знаково-символического мышления и символьной культуры. В результате генерации «Я-понятий» возникает

вербализованное, рефлексивное самосознание. От лица «Я-понятий» символьное (вербальное) сознание получает возможность управлять знаково-символическим мышлением и другими высшими когнитивными способностями людей, анализировать, исследовать и оптимизировать само человеческое мышление, изучать человека и его сознание.

В силу межполушарной кооперации, взаимосвязи и взаимодополнительности когнитивных структур перцептивного и символьного (вербального) сознания человеческое сознание *едино* (за исключением, разумеется, случаев патологии). Нет и, видимо, не может быть двух каких-то автономных «сознаний»: одного для пространственно-образного мышления и когнитивных функций, непосредственно связанных с перцептивным кодированием, а другого — для мышления знаково-символического (логико-вербального) и вербального знания. Конечно, в ходе когнитивной эволюции отдельных человеческих популяций символьное (вербальное) сознание становится доминирующим, и это, естественно, вносит существенные коррективы в механизмы его кооперации с перцептивным сознанием.

Есть весьма убедительные экспериментальные основания полагать, что в случае доминантного левого полушария наше правое полушарие имеет крайне ограниченный прямой доступ к сознательному опыту. Наше символьное (вербальное) сознание функционирует в качестве медиатора и интерпретатора когнитивной информации, поступающей из правого полушария, — оно стремится адаптировать эту информацию к своим вербализованным концептуальным системам оценок, а иногда даже ее блокировать и подавлять⁹. Но, повторим, это не отменяет единства нашего самосознания, единства нашего «Я». Наблюдения нейрохирургов за пациентами свидетельствуют, в частности, о том, что в состоянии бодрствования осознание вербальных актов требу-

⁹ См., например: Gazzaniga M. S., LeDoux J. E. The Integrated Mind. New York, 1978; Gazzaniga M. S. Mind Matter. How Mind and Brain Interact to Create Our Conscious Lives. Boston, 1988.

ет их наполнения конкретным перцептивным содержанием, которое обеспечивается сознательно направляемым отбором образов из репертуара эпизодической памяти. По-видимому, вербальная активность нашего левого полушария направляется интенциональностью правого полушария, а осознаваемая активность образного мышления — интенциональностью левого полушария. Человеческое перцептивное сознание (вместе с правополушарными мыслительными процессами) скорее всего играет исключительно важную роль в актах понимания, в выявлении смысловых связей элементов, частей и целого, являясь как бы «посредником» в этих вопросах между пространственно-образным мышлением, с одной стороны, и знаково-символическим (логико-вербальным) мышлением и символьным (вербальным) сознанием — с другой.

Как это ни кажется парадоксальным на первый взгляд, но в силу своей информационной природы *сознание как когнитивная способность гоминид возникает и существует вне и независимо от нашего сознательного контроля* — от нашей воли, желаний, сознательных действий и т. д. Конечно, *сознание как когнитивную способность* следует дифференцировать от информационного содержания сознания, от совместного, коллективного мировоззрения. К коллективному мировоззрению было бы правильнее относить не только общие знания (научные, практические, обыденные и т. п.), но и необходимые для выживания другие виды общей для тех или иных этнических групп и популяций *культурной информации* (приобретаемой и запоминаемой с участием сознания как когнитивной способности), в том числе верования, мифы, мифологизированные идеологии, концепции «нетрадиционной науки» и т. д. В информационном поле сознания отдельных людей может оказаться и их индивидуальная культурная информация, включая и *неявные* знания, которая далеко не полностью осознается. Таковы, например, процедурные знания и искусства, составляющие секрет индивидуального мастерства.

Разумеется, окружающий мир *существует вне и независимо* от способности нашей когнитивной системы сознательно управлять высшими когнитивными функциями от лица вербализованных, рефлексивных «Я-понятий». Но этот мир в значительной мере создан благодаря нашим сознательным усилиям. Состояние нашей окружающей среды также зависит от информационного содержания сознания, от наших знаний и иных видов культурной информации, приобретаемых с участием человеческого «Я», так как адаптивно ценная информация может быть использована людьми для ее изменения (хотя, к сожалению, далеко не всегда в лучшую сторону). Мы можем менять эту среду только в определенных границах, если не хотим подвергнуть угрозе свою адаптированность к окружающему нас миру.

Развитие нашего «Я» информационно репрезентируется на уровне нашей когнитивной системы в многочисленных «Я-образах», а затем и «Я-понятиях». В первые месяцы своей жизни ребенок еще не воспринимает себя как нечто отличное от своего окружения. Только между 16 и 30 месяцами он постепенно начинает осознавать свое тело и его границы так же, как и тела других людей. Он обнаруживает, что окружающие его предметы — мебель, игрушки, а также родители и другие члены его семьи — есть нечто отличное от него самого. Именно в это время он, устроившись перед зеркалом, начинает изучать свое тело и задавать себе вопрос о реальности и нереальности своего собственного существования. Приблизительно к двум годам он уже знает о существовании своего «Я». Если раньше он называл себя только по имени, как это делали члены его семьи, то теперь он говорит: «Я». Он уже знает, что его «Я» способно взять, видеть, слышать, осязать, говорить, иметь и даже дать. Это самосознание ребенка еще не рефлексивно, но именно оно лежит в основе его формирующихся «Я-образов». Формирование «Я-образа» начинается с осознания того, чем мы оказываемся для других, этот образ зависит как от наших собственных представлений о других людях, так и от представлений этих людей о нас самих. Таким образом, наш детский «Я-об-

раз», наш образ самого себя, а также наш уровень притязаний (т. е. «избалованности») оказываются результатом не только личного опыта, но и *опыта общения со своим окружением в рамках той или иной конкретной культуры.*

Маленький ребенок, еще совсем слабый и незащищенный, целиком зависящий от родительской власти и опеки, осознает (конечно, на своем уровне) самого себя и свою роль в семье, и это осознание откладывает глубокий отпечаток на его представления о себе на протяжении всей жизни. В дальнейшем в его сознании сформируются другие многочисленные и меняющиеся «Я-образы» и «Я-понятия», связанные с теми ролями, которые ему будет суждено сыграть в школе, университете, армии, на работе, во взаимоотношениях с друзьями, начальниками и другими людьми. Но нечеткое, неартикулированное перцептивное представление о своем положении и своей роли в детстве, его детский «Я-образ» останется для него неосознанным ориентиром в поисках «истинного» образа того, чем он является на самом деле.

Наше символическое (вербальное) сознание через свои артикулированные и рефлексивные «Я-понятия» непосредственно или опосредованно управляет актами распознавания образов, мышления, памяти, творчества и т. д. Когда мы метафорически говорим о «сознании математика», «сознании инженера», «сознании шахматиста», «научном сознании», «методологическом сознании» и т. д., реально это означает лишь наличие у конкретных лиц специфических «Я-образов» и «Я-понятий», сопряженных с соответствующими базами данных и знаний, которые обеспечивают высокую эффективность их профессионального (математического, инженерного и т. д.) мышления.

Итак, эволюция самосознания и сознания (так же как и других высших когнитивных функций) человеческих популяций является результатом их биологической (когнитивной) и культурной эволюции. Достигнутый подвидом *Homo sapiens sapiens* уровень эволюционного развития сознания и других высших способностей послужил когнитивной предпосылкой для формирования подлинно человеческой ду-

ховной культуры. Благодаря дальнейшей когнитивной эволюции отдельных человеческих популяций и развитию их культуры (науки, техники, технологии, средств коммуникации и т. д.) сообщества людей обрели способность изменять окружающий мир и тем самым создавать *новые социальные факторы естественного отбора* и своей собственной биологической эволюции. Прогрессивные сдвиги в когнитивной эволюции, новый уровень когнитивного развития людей, их самосознания и сознания, в свою очередь, выступают в качестве необходимых предпосылок дальнейшей культурной и социальной эволюции человеческих популяций.

7.3. Сознание и эмпатия

Эмпатия (от греч. *empathia* — вчувствование, сочувствование) — способность человека отождествлять (идентифицировать) один из своих «Я-образов» с воображаемым образом «иного» — с образом других людей, живых существ, неодушевленных предметов и даже с идеальными линейными и пространственными конструкциями, формами, — которое ведет к изменению самосознания, позволяющему мыслить и действовать с позиции нового «Я». «Я-образы» возникают благодаря активности правополушарного мышления, которое полагается на неосознаваемые, автоматические мыслительные стратегии и непосредственно не контролируется нашим символическим (вербальным) сознанием (а только косвенным образом, через посредство знаково-символического мышления, да и то лишь частично). «Я-образы» всегда эмоционально насыщены, так как пространственно-образное мышление испытывает непосредственное влияние аффектов, эмоциональных оценок, оно стремится как можно дольше удерживать позитивный аффект, придавая ему преувеличенную, «эгоцентрическую» значимость.

Эмпатия как сугубо индивидуальная способность людей, по-видимому, является одним из важнейших когнитив-

ных инструментов творческого процесса в любых областях духовной и материальной культуры — в науке, технике, искусстве и т. д. По-видимому, благодаря способности к эмпатии, которая скорее всего зародилась одновременно с появлением самосознания, с осознанием собственного «Я» и появлением смутных «Я-образов», древнейшее человечество открыло для себя феномен веры в сверхъестественное. Психологические механизмы эмпатии, работающие главным образом на бессознательном и подсознательном уровнях, предполагают самовнушение (или внушение со стороны, гипноз), которое позволяет преодолеть сопротивление сознательного «Я» инсталляции «внешнего», воображаемого «Я-образа». Благодаря самовнушению (или гипнозу) инсталлированный новый «Я-образ» становится частью личности, элементом ее самосознания, он создает окрашенный позитивными эмоциями фон, позволяющий наслаждаться творческим процессом. Идентифицируя в акте эмпатии свое «Я» с образами других людей, с образами животных, неодушевленных предметов и даже с идеальными конструкциями, человек получает возможность мысленно манипулировать перцептивными и символическими репрезентациями в воображаемом когнитивном пространстве (или в воображаемом идеальном математическом пространстве) как с своим собственным «Я», используя для этого соответствующие базы данных и знаний. А это, в свою очередь, позволяет выявить и развернуть потенциально содержащуюся в мысленных репрезентациях скрытую когнитивную информацию, открыть ранее неизвестные смыслы и создать новые мысленные репрезентации. Диапазон идентифицируемых с «Я» концептов в актах эмпатии практически неограничен. Ученые-теоретики могут идентифицировать себя с какими-то теоретическими конструктами (например, с электроном или лучом света), инженеры-изобретатели — с техническими устройствами, писатели — с образами героев своих романов и т. д.

Глава VIII

ПАМЯТЬ

Исследования приматологов, в частности, показывают, что накопление адаптивно ценных знаний наталкивается на ограниченные возможности долговременной эпизодической памяти человекообразных обезьян. В особенности это касается запоминания сложных поведенческих сценариев, состоящих из большого числа последовательных движений, которое требует целостного понимания и символизации временной последовательности, т. е. предполагает использование символических и знаковых репрезентаций мысли — чисел, схем, слов и т. д. Таким образом, интеллектуальное превосходство людей над другими высшими приматами связано не только с наличием у нас символического (вербального) сознания, развитого знаково-символического (лого-вербального) мышления и дара речи, а имеет куда более широкую когнитивную основу, возникающую в ходе совместной эволюции и взаимодействия систем обработки информации правого и левого полушарий. Наше мышление (и сознание) эволюционирует в определенной окружающей среде — продукте ранее существовавшей культуры, истории, — которая хранится в архивах, памятниках и т. д., а также в человеческой памяти. Большую часть своей эволюционной истории человечество не имело в своем распоряжении даже письменности. Воспоминания людей, сохранявшаяся в глубинах памяти информация о прошлом опыте, которая передавалась исключительно в устной форме,

длительное время оставались самыми хрупкими сокровищами культуры.

Память, т. е. способность нашей когнитивной системы сохранять культурную и иную когнитивную информацию, в том числе и знание, принимает непосредственное участие в работе практически всех высших когнитивных функций. Без подключения памяти невозможно восприятие и распознавание перцептивных образов, мышление и сознательное управление мыслительными процессами и поведением. Нарушения механизмов подключения и функционирования памяти, ее организации (например, из-за возраста, болезней или травм) влекут за собой серьезные, а иногда даже фатальные последствия для функционирования всех без исключения высших когнитивных способностей. В силу тесной интеграции и кооперации когнитивных структур, ответственных за работу когнитивных способностей, память также подлечит биологической (когнитивной) эволюции. И так, *память — это способность когнитивной системы живых существ кодировать и сохранять информацию при угасании, как правило, высших когнитивных процессов.*

Первые попытки научного исследования человеческой памяти берут свое начало с работы немецкого психолога Г. Эббингаузе «О памяти» (1885 г.), который стремился выяснить, как формируется память, как она развивается, как воздействуют упражнения на процессы запоминания и т. д. Результаты исследований Эббингаузе оказали существенное влияние на американского философа и психолога У. Джеймса, который в своей классической двухтомной работе «Принципы психологии» (1890 г.) предложил различать *первичную*, непосредственную память и память *вторичную*, косвенную. Согласно Джеймсу, первичная память (близкая тому, что мы теперь называем кратковременной памятью) представляет собой своего рода «хранилище» легко извлекаемой информации о только что воспринятых событиях. Вторичная, постоянная память содержит когда-то усвоенную информацию, она сохраняется в мозговых тканях и не столь легко поддается извлечению. Однако эти идеи Джейм-

са довольно длительное время не получали широкого признания со стороны психологов в силу отсутствия каких-либо подтверждающих эмпирических данных (за исключением весьма ненадежных данных интроспекции). Их развитие стало возможным после возникновения в 60-х гг. прошлого века когнитивной психологии, широко используемой модели переработки информации, разработки информационных технологий и появления новой экспериментальной техники, позволившей исследовать работу мозга в режиме реального времени.

8.1. Виды памяти

Согласно современным психологическим концепциям, когнитивная система человека включает несколько видов памяти¹. В их число входит примитивный способ хранения информации — *сенсорная память*, которая в отличие от других видов памяти не зависит от высших когнитивных функций (таких как, например, внимание) и сознательного контроля — здесь информация не преобразуется и не связывается с другой информацией. В силу ограниченных возможностей

¹ Об исследованиях памяти см., например: *Норман Д.* Память и научение. М., 1985; *Солсо Р.* Когнитивная психология. М., 1995: *Min-sky M.* A Framework for Representing Knowledge // *The Psychology of Computer Vision* / Ed. by P. H. Winston. New York, 1975; *Anderson J. R.* Cognitive Psychology and Its Implications. San Francisco, 1980; *Neisser U.* Memory Observed: Remembering in Natural Contexts. San Francisco, 1982; *Anderson J. R.* The Architecture of Cognition. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983; *Chow S.* Iconic Store and Partial Report // *Memory & Cognition*. 1985. Vol. 13 (3). P. 256–264; *Schank R. C., Abelson R. P.* Knowledge and Memory: The Real Story // *Knowledge and Memory: The Real Story* / Ed. by R. S. Wyer. 1995. Lawrence Erlbaum Associates. Chapter 1. P. 1–85; *Tulving E.* On the Uniqueness of Episodic Memory // *Cognitive Neuroscience of Memory* / Ed. by L.-G. Nilsson & H. J. Markowitsch. Göttingen: Hogrefe & Huber, 1999. P. 11–42; *Tulving E.* Intro-

подсистем высшего уровня наша когнитивная система извлекает из внешнего мира лишь небольшую часть сенсорных данных, которые отбираются для дальнейшей обработки. Сенсорная память (иконическая, эхоическая, тактильная и т. д.) позволяет нам отбирать только существенную, адаптивно ценную информацию. Это — своего рода буфер большой емкости для хранения «сырой» необработанной информации, сопряженный с фильтром, способным осуществить такой отбор. Сохраняя в сенсорной памяти на короткое время полный перцептивный образ, мы получаем возможность сканировать непосредственно наблюдаемые события, абстрагировать наиболее значимые для нас стимулы и встраивать их в матрицу нашей памяти. Когнитивная информация кодируется, преобразуется и хранится в количестве, необходимом для выживания и комфортного существования. Угасающий след сенсорного образа позволяет вести переработку поступающей информации дольше, чем длится само изображение. Сенсорная память удерживает входные сигналы в течение короткого промежутка времени (от 250 мс до 4 с), она точна, не поддается контролю, а ее емкость составляет как минимум девять элементов.

По-видимому, информация, отобранная нашей сенсорной системой, быстро передается в *кратковременную память*, а затем либо замещается другой поступающей информацией, либо удерживается благодаря повторению. Кратковременная память без особых усилий восстанавливает в поле сознания происходящее *сейчас*, в данное время, ей необходимо около одной секунды для того, чтобы изучить ин-

duction to Memory // The New Cognitive Neurosciences / Ed. by M. S. Gazzaniga. 2nd Ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2000. P. 727–732; The Oxford Handbook of Memory / Ed. by E. Tulving, F. I. M. Craik. New York: Oxford University Press, 2000; *Tulving E.* Concepts of Memory // The Oxford Handbook of Memory / Ed. by E. Tulving, F. I. M. Craik. New York: Oxford University Press, 2000. P. 33–43; *Muter P.* The nature of Forgetting from Short-term Memory // Behavioral and Brain Sciences. 2001. Vol. 24 (1).

формацию и самопроизвольно забыть большую ее часть в течение 15–30 с. В кодировании информации, поступающей в кратковременную память, участвуют как минимум зрительные, акустические и семантические коды, а ее обработка осуществляется параллельно. Объем кратковременной памяти составляет приблизительно семь элементов. Однако ее фактический объем может значительно расширяться за счет более емкого кодирования, укрупнения единиц информации, но это подразумевает извлечение знаний из долговременной памяти. Информационный обмен между этими видами памяти обеспечивается специальной структурой мозга — гиппокампом. Эксперименты с пациентами-эпилептиками, перенесшими операцию по его удалению, в частности, свидетельствуют о возникновении у них трудностей, связанных с передачей новой информации, сохраняющейся в кратковременной памяти всего несколько секунд, в долговременную память.

В отличие от кратковременной памяти *долговременная память* требует серьезных усилий и поиска, ее объем огромен, а длительность хранения информации ограничена лишь возрастом. Человеческая мысль сознательно (а также и неосознанно) запускает процесс извлечения информации из долговременной памяти и затем недолго удерживает нужные данные в кратковременной памяти, где они обрабатываются. В долговременной памяти содержится определенным образом организованная информация, касающаяся пространственно-образной модели окружающего мира, убеждений и взглядов относительно себя и других людей, наших ценностей и социальных целей, наших умений, а также перцептивных навыков понимания речи, интерпретации живописи или музыки, научных знаний и т. д. Кодирование информации здесь преимущественно многомерное — используются семантические коды и коды, основанные на всех сенсорных модальностях.

Накопленные в когнитивной психологии экспериментальные данные позволили Э. Тулвингу (1972) предположить наличие двух разновидностей долговременной памяти

ти — *эпизодической* и *семантической*. Выделяют также низшую форму долговременной памяти — *процедурную память*, которая сохраняет связи между стимулами и реакциями. Она позволяет запоминать моторные навыки, например навыки письма от руки или печати на клавиатуре компьютера, а также других искусств и умений (плавания, езды на велосипеде и т. д.). Есть основания полагать, что когнитивные структуры, ответственные за работу процедурной памяти, локализованы в основном в мозжечке.

Семантическая память включает эпизодическую память в качестве своей относительно автономной специализированной подсистемы. *Эпизодическая память* позволяет сохранить упорядоченную во времени перцептивную информацию об отдельных эпизодах и событиях, о связях между этими событиями, вспомнить и сознательно воспроизвести во временной последовательности образы конкретных лиц, объектов и действий. Эпизодическая память подвержена изменениям и даже потерям по мере поступления новой информации. Этот вид памяти хранит в основном перцептивно-образную информацию. Эта информация позволяет эффективно работать механизмам распознавания перцептивных образов — людей, событий, мест и т. д., которые мы воспринимали в прошлом. Большая часть нашего поведенческого репертуара ритуализована и соответствует простым сценариям — инструкциям, схемам, которые фиксируют порядок (последовательность) действий и взаимоотношения между участниками событий. Стереотипность, типичная последовательность событий, действий особенно характерна для нашей повседневной жизни: посещение магазина, библиотеки, кино, поликлиники, дорога на работу и т. д. В эпизодической памяти постоянно накапливаются единицы стереотипной информации — сценарии, которые организуются в структуры более высокого порядка — кластеры.

Семантическая память — это необходимая для пользования языком память на слова (и другие, невербальные символы), понятия, правила, формулы, алгоритмы манипу-

лирования символами, абстрактные идеи и т. д. Эта память регистрирует когнитивные референты входных сигналов, она реже активизируется и остается относительно стабильной во времени. Организация семантической памяти описывается сетевыми моделями. Эти модели предполагают, что слова (или их концептуальные эквиваленты) существуют в семантической памяти как независимые единицы, соединенные в единую сеть пропозициональными связями (отношениями). Семантическая память воссоздает смысл (значение) в форме одновременного представления и переживания взаимосвязанных понятий. Например, понятие огня, вероятно, связывается в нашей семантической памяти с понятиями «горячий», «красный», «опасный», с приготовленной пищей и т. д., а понятие воды — с понятиями «прозрачный», «жидкий», с утоленной жаждой и т. д. Таким образом, в семантической памяти любое понятие выступает как «узел», который всегда или почти всегда связан какими-то отношениями с другими «узлами», образуя семантическую сеть. Видимо, наш мозг обучается путем конструирования растущей сети понятий. Если, например, удалось изобрести какую-то новую ментальную репрезентацию, новое понятие и т. п., то обработка информации будет связана с расширением поиска по семантическим сетям, что позволяет обнаружить связи (отношения) новой репрезентации с уже известными «узлами» (понятиями).

Семантические сети открывают широкие возможности для представления знаний и выведения заключений, они позволяют описать богатый спектр отношений, а не только какие-то простейшие отношения типа отношения подкласса («собака — животное»). На основе цепи «узел — отношение — узел» в принципе можно построить сети знаний любой сложности, включать, например, в цепи отношения противоречия и исключения, фиксировать функции, выявлять сложноорганизованную структуру объектов и т. д. Семантические сети могут быть организованы в пакеты информации, в тесно взаимосвязанные структуры знания, относящиеся к некоторой ограниченной, обособленной области, —

схемы. Примером могут служить схемы, касающиеся содержания книг, устройства и эксплуатации бытовой техники, игры в футбол или хоккей и т. д.

Разумеется, пропозициональная репрезентация наиболее эффективна там, где возможна последовательная классификация, она очень удобна для анализа лингвистического материала — слов, предложений и их упорядоченных последовательностей, а также для компьютерного программирования. Но в человеческой памяти знаково-символьные репрезентации определенным образом соотносятся с перцептивными репрезентациями — сценариями, прототипами и т. п. В эпизодической памяти перцептивные репрезентации (сценарии) организуются в структуры более высокого уровня — кластеры, но те в свою очередь могут быть связаны с соответствующими узлами (понятиями) семантической памяти. Поэтому в силу тесного взаимодействия эпизодической и семантической памяти (а это вытекает из гипотезы двойного кодирования) мы можем свободно, без особых усилий прибегать к услугам перцептивно-образных репрезентаций с помощью слов и умозаключений и наоборот. Эта гипотетическая связь эпизодической и семантической памяти была экспериментально подтверждена данными, полученными нейропсихологами в результате сканирования (ПЭТ-сканерами) локального церебрального кровотока. Оказалось, что паттерны интенсивности кровотока в соответствующих зонах правого и левого полушарий относительно хорошо согласуются при решении испытуемыми задач, связанных с подключением когнитивных структур эпизодической и семантической памяти.

По мнению когнитивных психологов, сам акт воспоминания связан с активацией (возбуждением) узлов в долговременной памяти, с распространением поиска по семантическим сетям, что позволяет обнаружить связь новых мысленных репрезентаций с уже известными понятиями. Поэтому, например, новый сорт яблок мы немедленно классифицируем по цвету, форме, размерам, вкусовым характеристикам, обстоятельствам, при которых нам удалось полакомиться

и т. д. В долговременной памяти этот сорт будет связан не только с другими сортами яблок, но и с другими видами фруктов, а также с различными эмоциональными состояниями и воспоминаниями. Мысль с этой точки зрения будет представлять собой весьма сложную и постоянно меняющуюся сеть узлов и связей.

Разработанные первоначально только для технических целей, в частности для создания техники компьютерного поиска, сетевые модели функционирования долговременной семантической памяти в дальнейшем получили известное признание в нейробиологии и нейрофизиологии. Здесь в последние годы нашли широкое применение новые концепции, рассматривающие «след памяти» не как фиксированную и локализованную в одном месте энграмму, а как эмерджентное свойство динамической когнитивной системы в целом. В пользу такого понимания свидетельствуют данные многочисленных экспериментов с искусственно поврежденным мозгом животных, а также данные исследований памяти людей, получивших в результате несчастных случаев серьезные травмы соответствующих участков мозга. Эти данные однозначно показывают, что при повреждениях мозг быстро перестраивается, и что энграмма (т. е. «след памяти») не может быть жестко локализована в какой-то одной области мозга, в каком-то небольшом ансамбле нейронов. Хотя, как было установлено, следствием обучения и могут быть определенные биохимические изменения в мозгу, постоянной энграммы в форме стойкого «физического» изменения, видимо, не существует. Необходимая для воспоминания информация может быть и локализуется в определенном участке мозга, но сама энграмма скорее всего возникает в результате *активации* актом воспоминания, будучи воплощена в измененных связях нейронных ансамблей. В отличие от компьютерной памяти биологическая память способна использовать когнитивную информацию для собственного выживания.

Итак, если память — это эмерджентное свойство когнитивной системы, мозга в целом, то она будет зависеть от

того, в каких именно нейронах (и синапсах) происходят изменения, от локализации этих нейронов в мозге и от их связей с другими нейронами. Иными словами, память заключается в схеме связей между нейронами и динамике нейронной системы. Результаты исследований нейропсихологов электрической мозговой активности с помощью ПЭТ-сканеров и сканеров магнитного резонанса свидетельствуют о том, что функции памяти распределены по всему мозгу, хотя непосредственно те или иные ее конкретные виды связаны с такими его отделами, как кора (наружная поверхность мозга), мозжечок и гиппокамп. И надо сказать, эти представления в целом неплохо согласуются с выводами, вытекающими из когнитивных моделей памяти (и мышления), которые исходят из того, что память — это свойство сетей, системы в целом, а ее функционирование базируется на структурных связях между узлами. Именно эти структурные связи и определяют способ обработки когнитивной информации, определяют ее стратегию, служат инструментом поиска развивающейся мыслью нового знания, новой информации.

Конечно, современные когнитивные модели памяти, предполагающие строгую последовательность обработки информации в когнитивной системе, не следует воспринимать слишком буквально — они носят гипотетический характер, позволяя систематизировать результаты исследований и достаточно точно описывать экспериментальные данные. Реально последовательность обработки информации может быть иной — например, обработка слов в кратковременной памяти предполагает их распознавание, а следовательно и работу долговременной памяти. К тому же наш мозг способен *параллельно* обрабатывать огромные массы когнитивной информации. И на многих этапах этой переработки он прибегает к услугам тех или иных видов памяти, которая, таким образом, оказывается нашей важнейшей когнитивной способностью.

ЧАСТЬ II ЭПИСТЕМОЛОГИЯ НАУКИ

Глава I

ОСОБЕННОСТИ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

В компетенцию эпистемологии науки входит рассмотрение только самых общих вопросов научного познания, касающихся в первую очередь когнитивной природы и эпистемологического статуса утверждений эмпирических и формальных наук. Остальные, более частные вопросы, относящиеся к научному познанию, обычно являются предметом логики и методологии науки, а также методологии научного исследования.

Научное познание является наиболее эффективной и видоспецифичной для людей формой информационного контроля окружающей среды и самих себя, которая развивается из донаучных форм познавательной активности благодаря эволюции их когнитивных способностей. Научное познание не отделено какой-то абсолютно непреодолимой границей и от познания обыденного. Да и само обыденное познание имеет смысл аналитически выделять как предмет эпистемологического анализа, только если научное познание уже существует. Поскольку в настоящее время во многих странах получило распространение всеобщее среднее образование, то обыденное познание наряду с вненаучным опытом может активно использовать достижения прикладных наук и наук технических, а также получившие популярное изложение в школьных дисциплинах научно-теоретические представления. Если же речь идет об этапах истории человеческого познания, предшествующих возникновению

науки, то это познание, видимо, было бы точнее характеризовать как донаучное.

Донаучный опыт, так же как и человеческие когнитивные способности, обеспечивающие интеллектуальный потенциал донаучного (и обыденного) познания, были и остаются весьма действенными инструментами эволюционного приспособления людей, их информационного контроля окружающей среды и самих себя. Донаучное познание возникло задолго до появления науки и базировалось (и базируется, если речь идет, например, о современных первобытных популяциях) на когнитивных ресурсах архаического, преимущественно пространственно-образного мышления. Этих ресурсов оказывалось вполне достаточно для изобретения полезных практических навыков, простых технических устройств и производственных технологий, для накопления в течение тысячелетий необходимых для выживания людей эмпирических знаний о свойствах материалов, вещей и явлений, с которыми они сталкивались в своей повседневной жизни.

Овладение техническими приемами, процедурными знаниями (например, искусством верховой езды или стрельбы из лука, боевыми искусствами, манипулированием орудиями труда и т. д.) и даже интеллектуальными приемами и методами (письменностью, оперированием математическими символами и т. п.) не обязательно требует высокоразвитого символического (вербального) сознания и знаково-символического (логико-вербального) мышления. Оно может быть вполне успешным благодаря достаточной эффективности доминирующего неартикулированного пространственно-образного мышления, превращающего мысленные репрезентации инструментов (как реальных, так и идеальных, т. е. приемы, методы, процедурные знания и т. п.) в часть оперирующей личности, в структурный элемент «Я-образов». Но, конечно, донаучное познание эволюционировало исключительно медленно, так как архаическое мышление неспособно аналитически выявить и представить в эксплицитной форме предпосылочные знания, лежащие в основе

культурной информации человеческих популяций, в том числе и представлений о познании.

С точки зрения эволюционно-информационной эпистемологии возникновение научного познания требовало не только соответствующих социокультурных предпосылок (довольно детально исследованных в отечественной и мировой литературе по истории и философии науки), но и предпосылок сугубо биологических (когнитивных). Речь идет об определенном эволюционном уровне когнитивных способностей отдельных человеческих популяций, которые формируются в результате давления условий окружающей среды как факторов естественного отбора. Без достижения символическим (вербальным) сознанием определенного эволюционного уровня, без развития вербального и невербально-символического, «вторичного» кодирования мысли, знаково-символического (логико-вербального) мышления и тесно интегрированных с ними других когнитивных способностей было бы невозможно возникновение древневосточной прикладной математики, не говоря уже об искусстве логической аргументации и открытии важнейших законов классической логики¹.

Благодаря открытию математических и логических правил вывода, а также посылок рассуждений и доказательств (исходных допущений, гипотез), из которых с помощью таких правил могут быть выведены следствия, появилась возможность когнитивной экономии на уровне концептуальных систем научных знаний. Оказалось, что эта экономия достигается за счет минимизации числа исходных допущений (что также очень важно для запоминания, экономного хранения научных знаний и обучения), из которых дедуктивно выводится универсум смыслов идеальных объектов концептуальных систем, аккумулированное в них потенциальное информационное содержание, знание. Тем самым были обнаружены пути *оптимального переструкту-*

¹ Более подробно об этом см.: Меркулов И. П. Эпистемология. Т. 1. Ч. 1, гл. V.

рирования концептуальных систем знаний с помощью специальных методов построения. В результате такого переструктурирования концептуальные системы стали обретать форму определенным образом организованных *научных теорий*. Первой такой теорией, построенной с помощью аксиоматического метода, была евклидова геометрия (III в. до Р. Х.), в которой все теоремы выводились из относительно небольшого числа аксиом, принимаемых без доказательств. Неудивительно, что первые научные теории возникают именно в математике. Имея дело с идеальными структурами знаково-символического мышления, математика не нуждалась непосредственно в экспериментальном изучении природы, в каких-то эмпирических данных о внешнем мире, которые позволяли бы судить о правильности ее выводов, коль скоро наша когнитивная система оказалась в состоянии генерировать воображаемое идеальное геометрическое (евклидово) пространство.

Научные теории, таким образом, возникают вместе с методами своего построения, методами своей собственной организации как концептуальных систем знаний. Методы построения позволяют исключить появление логических противоречий между относительно обособленными структурными элементами теорий (например, ее исходными гипотезами) и оптимизировать их проверочные свойства (посредством выведения следствий, подлежащих метатеоретическим или эмпирическим проверкам). Конечно, благодаря последовательному и высокоорганизованному характеру концептуальных систем теоретического знания, участвующих в научном познании, последнее существенно отличается от познания донаучного и обыденного. Концептуальные системы мифов, например, как правило, содержат оппозиции или противопоставления, являющиеся инструментом развертывания универсума их смыслов, их информационного содержания, поскольку архаическое, преимущественно пространственно-образное мышление в силу своих когнитивных особенностей вообще нечувствительно к логическим противоречиям. Оно оперирует оппозициями как вер-

бальными «метками» многозначных смыслов перцептивных образов и представлений. Обыденное познание также менее последовательно и организовано, чем познание научное, оно, как правило, *не прибегает к услугам сложноорганизованных концептуальных систем* и уже тем более не пытается реорганизовать, переструктурировать эти системы с помощью специальных методов построения.

Методы построения теорий — это методы их системной организации как концептуальных систем знаний, их использование само по себе не дает какого-либо прироста концептуальной информации. Для поиска нового знания в научном познании применяются другие методы — *гипотезы* и (опирающиеся, как правило, на неявно принимаемые гипотезы) различные формы *индукции*, например математическая или проблематическая.

Разработка сложноорганизованных научных теорий, первоначально только в математике, повлекла за собой появление принципиально новых когнитивных проблем, связанных прежде всего с весьма ограниченными адаптивными возможностями человеческой когнитивной системы извлекать сенсорные данные, создавать и перерабатывать когнитивную информацию в перцептивных кодах. Наше перцептивное «окно» во внешний мир имеет весьма узкие границы. Мы воспринимаем мир в диапазонах от миллиметров до километров, от нулевой скорости до нескольких метров в секунду, от грамма до тонн, от секунд до лет и т. д. Рецепторы нашего глаза реагируют на электромагнитные волны только определенной длины, поскольку атмосфера для этих волн проницаема, а солнечное излучение, электромагнитный спектр достигает максимума. Когнитивные структуры, обеспечивающие работу человеческих познавательных способностей (в том числе и восприятия), достаточно хорошо адаптированы именно к этим узким диапазонам внешнего мира, в которых на протяжении десятков миллионов лет эволюционировали когнитивные системы догоминидных и гоминидных предков современного человека. Донаучное познание также было приспособлено к структурам внешне-

го мира, мира повседневного опыта, но *только в тех границах, в которых эти структуры непосредственно, перцептивно воспринимались* когнитивной системой человека. Внешний мир, лежащий за пределами этих узких границ нашего перцептивного восприятия и опыта, «не участвовал» в эволюции когнитивной системы гоминид. Поэтому применительно к этому «запредельному» для нашего сенсорного аппарата миру наши когнитивные структуры могут оказаться неадаптированными и неэффективными. Необходимо учитывать, что адаптация человеческой когнитивной системы, наших когнитивных способностей не является идеальной. Развитие физики в XX в., например, показало, что созерцательная наглядность не может служить критерием правильности теорий.

Эволюция символьного (вербального) сознания и управляемого им знаково-символического (логико-вербального) мышления (разумеется, в кооперации с мышлением пространственно-образным) открыла огромные возможности для людей создавать новые идеальные концептуальные системы научных знаний с помощью символической репрезентации мысли и конструирования специальных символических структур — математических и логических формализмов. Однако присущее нашей когнитивной системе двойное (символьное и перцептивное) кодирование информации, обеспечивающее ее целостное мысленное понимание, оказывалось совершенно неэффективным адаптивным приспособлением, когда формальные преобразования символической мысли приводили к появлению идеальных абстрактных понятий (и их систем), не обладавших перцептивными репрезентациями. Закономерно возникал вопрос: каким образом можно проверить правильность или истинность идеальных абстрактных понятий и их систем, если их в принципе нельзя сопоставить с какими-то перцептивно воспринимаемыми коррелятами, с перцептивно воспринимаемыми событиями? Аристотель при разработке своей «динамики» апеллировал только к повседневному эмпирическому опыту, к донаучным опытным знаниям. Но в его время не было

пригодного для описания идеального движения физических тел математического формализма. Поэтому он не сталкивался с проблемой согласования математической модели идеального движения концептуального объекта с перцептивно воспринимаемым движением конкретных тел. (С этой проблемой столкнулся позднее Птолемей, пытаясь логически непротиворечиво интегрировать свою кинематическую модель движения планет с «динамикой» Аристотеля.) Характерно, что математический аппарат, которым воспользовался Г. Галилей, был изобретен задолго до него средневековыми математиками, но они даже не пытались применить его к описанию движения физических тел.

По своей природе идеальные абстрактные понятия (прежде всего в математике) не могли иметь перцептивных репрезентаций в нашем воображаемом трехмерном когнитивном пространстве. Их перцептивные репрезентации оказались возможными только благодаря тому, что человеческая когнитивная система обнаружила способность генерировать воображаемое трехмерное идеальное математическое (геометрическое) пространство. Евклидово пространство — и это следует особо подчеркнуть, — конечно же, не является каким-то «изначальным» когнитивным пространством нашего перцептивного восприятия (даже осознаваемые нами «перспективистские» параметры перцептивного восприятия пространства не «изначальны», а являются продуктом эволюции). В силу своей «идеальности» геометрическое пространство не могло служить инструментом репрезентации донаучного повседневного пространственного опыта. Способность левополушарного знаково-символического мышления инициировать генерацию пространственно-образным мышлением воображаемого трехмерного идеального математического (геометрического) пространства формируется в ходе когнитивной эволюции отдельных человеческих популяций, демонстрируя тем самым возможность *адаптации нашей когнитивной системы не к перцептивному, а к идеальному концептуальному опыту*. В воображаемом математическом пространстве визуальные преобразования

перцептивно воспринимаемых идеальных объектов могут управляться нашим символическим (вербальным) сознанием с использованием аналитических стратегий. Появилась, в частности, возможность перцептивно контролировать осуществление мысленных операций (например, в задачах на построение), а также перцептивно удостовериться в окончательной правильности геометрических доказательств.

Понятно, что лишь благодаря появившейся у людей когнитивной способности продуцировать воображаемое трехмерное математическое пространство стало возможным дальнейшее развитие не только математики (начиная с эпохи позднего Средневековья), но и механики, а также техники, архитектуры и т. д. Однако в отличие от математики естественные науки в ходе биологической (когнитивной) эволюции не получили в свое распоряжение какого-то нового когнитивного приспособления, нового когнитивного инструмента, позволяющего им перцептивно удостовериться в адекватности своих идеальных абстрактных понятий (и их систем) структурам внешнего мира. Но если эволюция не в состоянии решить какие-то назревшие когнитивные проблемы, то применительно к человеку это означает, что вопрос об увеличении адаптации становится предметом анализа, переносится в плоскость его сознательных практических действий. Полагаясь на свои развившиеся когнитивные способности, люди при определенных условиях могут сконструировать для решения таких проблем соответствующие искусственные устройства. В данном случае оказалось необходимым «материализовать» идеальные понятия, перцептивно репрезентируемые лишь в математическом пространстве, в чувственно воспринимаемые технические устройства и создать мир специальной экспериментальной техники, позволившей эмпирически проверять (путем технического моделирования идеальных признаков и условий) абстрактные научные гипотезы и теории. Конечно, это предполагало наличие уже достаточно высокого уровня опытных технических и технологических знаний, которые накапливались столетиями. Характерно, однако, что удачные попытки Га-

лилея использовать математические формализмы для описания движения тел совпали с его не менее удачными опытами экспериментального исследования этого движения. Таким образом, вынужденный отказ от апелляции к перцептивно воспринимаемому внешнему миру и повседневному опыту как к критерию истинности теоретических систем научного знания повлек за собой разработку характерных только для научного познания *методов эмпирической проверки (обоснования)* — эксперимента и научного наблюдения. С появлением эксперимента и наблюдения возникает и новая форма научного знания — *экспериментальные законы*.

Создание людьми экспериментальных устройств, приборов, измерительных инструментов и т. д. в огромной мере расширило возможности нашей когнитивной системы извлекать сенсорные данные и получать информацию о структурах внешнего мира, лежащих далеко за пределами нашей когнитивной «ниши». Мы, конечно же, не стали слышать или видеть в каких-то новых диапазонах, но созданные людьми инструменты и приборы, являясь как бы продолжением наших органов чувств, функционально заменили человека-наблюдателя, они расширили его исследовательскую область, его когнитивную «нишу», сделав перцептивно воспринимаемыми, *наблюдаемыми* недоступные ранее сигналы. Так, например, сконструированные людьми точные приборы обладают гораздо большей, чем человеческий глаз, разрешающей способностью. Они могут регистрировать абсолютно невидимые для нас космические события или процессы на молекулярном уровне. Они гораздо более чувствительны и способны зафиксировать сигналы за пределами границ нашего перцептивного восприятия. Наши приборы позволяют определить наличие электромагнитных полей, создавать и воспринимать ультрафиолетовые лучи. Телескопы и радиотелескопы способны уловить сигналы из весьма удаленных областей космоса. И, наконец, изобретение компьютера позволило передать ему часть управленческих и когнитивных функций человека (таких как, например, мышление и память), оно открыло перед нами неведомый ранее мир виртуальных реальностей.

От донаучного и обыденного познания научное познание отличается также и использованием специального научного языка, на котором формулируются научные теории, гипотезы, экспериментальные законы, результаты научных наблюдений, экспериментов и т. д. Наш естественный язык приспособлен прежде всего для повседневного общения людей, для описания объектов, событий, эмоций и внутренних состояний человека, он служит эффективным инструментом мышления и обыденного познания. Однако его словарный запас, выразительные возможности его лексики совершенно недостаточны для целей научного познания. Хотя многие научные термины, такие как, например, «сила», «энергия», «ускорение», «волна», «температура», «напряжение» и т. д., находят применение и в обыденном познании, здесь они, как правило, обозначают неточные, многозначные понятия, которые в основном ассоциативно связаны с соответствующими научными понятиями, имеющими четкий смысл лишь в структуре научных теорий. Другие научные термины, например «спин», «энтропия», «абсолютно черное тело», «ген», «нейтрино», «жесткий ротатор» и т. д., используются исключительно в научном познании, так как они обозначают идеальные абстрактные понятия, обладающие четким фиксированным смыслом только в концептуальных структурах научных теорий, которые не имеют отношения к повседневному опыту. Развитие языка науки диктуется главным образом внутренними потребностями научного познания, возникающими здесь новыми научными теориями и гипотезами. По мере эволюции научного познания этот язык становится непонятным не только для неспециалиста, но и для ученых, работающих в различных, не связанных между собой областях науки.

В основе научного познания лежат наблюдения, которые нередко генерируют выдвижение объясняющих их гипотез, а также экспериментальная проверка следствий, вытекающих из принятых гипотез. Новые наблюдения и экспериментальные данные постоянно сравниваются с прежними наблюдениями и данными, а также с результатами экспери-

ментальных проверок других существующих в данной области науки теорий. Это позволяет выявить ошибки и модифицировать теории по мере появления новой информации, новых экспериментальных данных. Разумеется, наши научные представления об окружающем мире и нас самих никогда не бывают окончательными или всеобъемлющими. Но такая неопределенность не исключает научного прогресса, а скорее является его условием, поскольку при этом ошибочные гипотезы и теории, наличия которых в научном познании, учитывая подверженность людей ошибкам, избежать нельзя, постоянно уточняются или элиминируются. В силу рефлексивности научного познания ему присущ *критический подход или метод*, отличающий его от донаучного (хотя и не обязательно от обыденного) познания.

Итак, научное познание отличается от донаучного и обыденного познания прежде всего наличием особого высокоспециализированного языка и применением специальных методов. Такими методами являются концептуальные системы научных знаний — экспериментальные законы, гипотезы и теории, а также методы построения (организации) научных теорий, обеспечивающие оптимизацию их проверочных свойств. Научное познание, если, конечно, исключить формальные науки — математику и логику, также невозможно без применения эмпирических методов проверки (обоснования) адекватности гипотез и научных теорий. Огромную и все возрастающую роль в генерации научных понятий и концептуальных систем эмпирических наук играют науки формальные, гипотезы и теории математики и логики. Обыденное познание может с успехом использовать какие-то прикладные математические и специально-научные знания. Но оно не в состоянии использовать математические и логические формализмы как своего рода «грамматику», синтаксис для создания своих собственных концептуальных систем. Философы, ученые-естествоиспытатели и математики в течение почти двух тысячелетий были озадачены весьма непростым вопросом о том, какова же когнитивная природа математических и логических формализмов.

Глава II

КОГНИТИВНАЯ ПРИРОДА МАТЕМАТИЧЕСКИХ
И ЛОГИЧЕСКИХ ФОРМАЛИЗМОВ

Открытие когнитивных типов мышления и интенсивное развитие за последние десятилетия когнитивной науки (включая исследования в области искусственного интеллекта) создали достаточно надежные, экспериментально обоснованные теоретические предпосылки для разработки принципиально новых эпистемологических представлений, касающихся когнитивной природы формальных наук — математики и логики. Благодаря выявлению присущей человеческому мозгу информационной активности, проявляющейся в реализации его правым и левым полушариями различных доминирующих стратегий переработки когнитивной информации, стало ясно, что математика и логика имеют *непосредственное* отношение не к каким-то структурам внешнего мира, а к работе когнитивной системы человека — к структурам управляемого нашим символьным (вербальным) сознанием знаково-символического (логико-вербального) мышления (функционирующего, естественно, в кооперации с мышлением пространственно-образным), к его способности генерировать идеальные понятия и концептуальные системы, к аналитическим стратегиям этого мышления, которые мы можем конструктивно оптимизировать. С учетом этого, видимо, вполне оправданно рассмотрение математики не как науки о числе, пространстве и т. д., а как *науки об идеальных математических структурах, специальных формальных структурах нашего (неречевого) знаково-символического мышления*, свойства которых она описывает с помощью аксиоматических теорий.

В формальные структуры математики включены такие идеальные (обозначаемые символами и их последовательностями) концептуальные объекты, как, например, числа, множества, группы, функции, векторы, операторы, матрицы, интегралы и т. д., с которыми могут осуществляться формально заданные операции — сложение, умножение, преобразование, композиция, интегрирование и др. Независимо от вида символьной репрезентации концептуальных объектов — будь то теоретико-множественные, алгебраические и пр. символы, либо визуально представляемые символьные изображения в виде геометрических фигур, графиков и т. д. — математика конструирует свои формальные структуры только с помощью своих собственных гипотез и правил преобразования (а также формальных и неформальных логических правил)¹. Разумеется, это не означает, что

¹ Можно спорить с неоинтуиционизмом по вопросу о том, является ли геометрия самостоятельной областью математики (если, конечно, не считать самого понятия континуума, вытекающего из их представления о «свободно становящихся последовательностях») и сводится ли она к анализу или нет. Но каким бы ни был итог этого спора, он не может изменить эпистемологической природы положений математики. Использование наглядных символьных репрезентаций в математике не означает, что манипулирование ими в воображаемом идеальном математическом пространстве подчинено генетически направляемым *неартикулированным* холистическим стратегиям пространственно-образного мышления. Воображаемое математическое пространство генерируется нашим пространственно-образным мышлением благодаря разившемуся в ходе когнитивной эволюции людей управлению со стороны символьного (вербального) сознания и доминирующего знаково-символического мышления. В результате появляется возможность использовать аналитические стратегии, адаптированные к нуждам визуального оперирования с перцептивными мысленными репрезентациями — символьными изображениями, графиками, схемами и т. д., которые поддаются разложению на более простые элементы. Переход от «аналитических» к «геометрическим» репрезентациям и обратно дает огромные когнитивные преимущества в математике, но этот переход не равнозначен некоему «переходу» от знаково-символического мышления к мышлению пространственно-образному.

математическое познание, являющееся продуктом эволюции знаково-символического мышления и символьного сознания, совершенно не использует ресурсов пространственно-образного мышления. В силу межполушарной кооперации и «разделения труда» именно пространственно-образное мышление обеспечивает (кроме всего прочего) наше общее целостное понимание смысла математических и логических формализмов. Оно также способно манипулировать образными репрезентациями в воображаемом идеальном трехмерном математическом пространстве.

Как формальные системы математические теории непосредственно не приложимы к внешней, «внемыслительной» реальности и ничего о ней не говорят. Но они применимы к этой реальности *опосредованно* — через применение к идеальным понятиям и концептуальным системам, создаваемым нашей когнитивной системой, в которых заключены наши эмпирически проверяемые знания, зафиксированы теоретические допущения и гипотезы эмпирических наук. Математические формализмы позволяют извлечь из идеальных объектов эмпирических дисциплин потенциально содержащуюся в них концептуальную информацию, т. е. новые знания о природных и социальных явлениях. Исследуя функционирование механизмов, технических устройств и т. п. с помощью математических моделей, мы можем вывести (вычислить) из этих моделей ранее неизвестную концептуальную информацию, касающуюся их поведения в различных ситуациях, сделать соответствующие расчеты, позволяющие улучшить их конструкции, их производительность, эффективность, экономичность и т. д. Разумеется, научные и технические знания, полученные благодаря применению математических формализмов, подлежат эмпирическим (экспериментальным) проверкам, которые могут их подтвердить или опровергнуть. Но это не означает, что вместе с этими знаниями подобной эмпирической проверке подвергаются математические формализмы, обеспечивающие их выведение. В силу своей независимости от эмпирического опыта, относящегося к «внешней» реальности, они не могут быть с его помощью доказаны или опровергнуты.

Математические формализмы не являются частью физических, химических, астрономических и пр. гипотез, они «нейтральны» по отношению к их содержанию и сами по себе не обладают специально-научным эмпирическим смыслом (интерпретацией). Эти формализмы могут быть частью только математических теорий. Но почему мы тогда уверены, что математические формализмы действительно являются «описаниями природы» (например, уравнение Дирака) или «описаниями эволюции общества» (например, нелинейные уравнения)?

В нашей повседневной жизни мы широко используем математические вычисления. Мы считаем вещи и предметы, подсчитываем прибыль или убытки, вероятность получения дохода при покупке или продажи акций, сравниваем рыночные цены товаров, составляем бухгалтерские балансы, сметы расходов и т. д. Пересчитывая какое-то множество предметов, мы, однако, далеки от мысли, что число является внутренне присущим им признаком. Таким образом, в нашем обыденном познании мы ограничиваемся лишь инструментальной функцией математических формализмов и не делаем далеко идущих выводов о внутренней «присущности» реальным физическим объектам (вещам) свойств идеальных концептуальных объектов и формальных структур математики.

Однако в развитом научном познании исследователи-теоретики имеют дело не с непосредственно, перцептивно воспринимаемыми физическими объектами, а с идеальными концептуальными системами (гипотезами, научными теориями, теоретическими моделями и т. д.), адекватность которых структурам физического мира может быть проверена только косвенным образом — с помощью экспериментов. Поскольку и идеальные концептуальные системы научных знаний, и математические (и логические) формализмы — это «однопорядковые» структуры нашего знаково-символического (логико-вербального) мышления, то в высокоабстрактных областях теоретического естествознания, например в физике, математические теории или их фрагменты

могут выступать не только как средство вычислений, но и как исключительно мощный когнитивный инструмент порождения новых научных понятий и идеальных концептуальных систем конкретных научных дисциплин или даже нескольких областей одной дисциплины². Приписывая математическим понятиям физические интерпретации (смыслы), мы получаем возможность как бы «оседлать» формализм и путем его преобразования выявлять с его помощью ранее неизвестную концептуальную информацию.

Формальная достоверность математических преобразований (выводов) лежит в основе нашей когнитивной уверенности в том, что полученные в результате таких преобразований математические понятия (формулы) также должны иметь какой-то физический смысл. Благодаря способности генерировать новые научные понятия и концептуальные системы, математические формализмы оказываются важнейшим структурным элементом дедуктивной системы абстрактных научных теорий, они позволяют выводить следствия из их исходных и дополнительных гипотез, а также

² Применение математических формализмов в качестве «порождающей грамматики» концептуальной системы конкретной дисциплины предполагает приписывание специально-научной интерпретации (смысла) математическим понятиям и формулам. Так, например, выражение dx/dt обладает сугубо математическим смыслом и может быть интерпретировано как полная производная некоторой функции x . В классической механике этому же выражению может быть приписана физическая интерпретация (смысл) — мгновенная скорость изменения положения в пространстве (обозначаемой x) материальной точки. Аналогичным образом с помощью математических формализмов и их преобразований определяются и другие понятия классической механики, например ускорение, импульс силы, количество движения тела, мощность и т. д. Дифференциальные или операторные уравнения, на языке которых формулируются законы движения в механике, также порождают новые понятия. Так, например, для того чтобы специфицировать понятие волны (как идеальную репрезентацию физического процесса распространения колебаний в среде), мы прибегаем к помощи математической функции, удовлетворяющей некоторому дифференциальному уравнению (волновому).

вычислять экспериментально проверяемые параметры (величины)³. Более того, в силу универсальности математических формализмов как идеальных структур знаково-символического мышления они могут порождать не только понятийные каркасы отдельных научных теорий, но и *концептуальные системы целого класса теорий*, выступая по отношению к этим теориям в качестве *базовых математических моделей*. Примером могут служить уравнение теплопроводности, волновое уравнение и уравнение Лапласа, составляющие основу математического аппарата классической физики⁴. И, наконец, функцию своего рода «синтаксиса», порождающей грамматики математические формализмы выполняют и по отношению к изолированным научным гипотезам и конкретным теоретическим моделям, а также в прикладных и технических дисциплинах, где широко применяются приближенные методы вычислений.

История физики дает множество примеров, свидетельствующих о том, что формированию каждой ее новой области, возникновению каждой новой физической теории предшествовала разработка соответствующих разделов математики. Без изобретения математического анализа, интегрального и дифференциального исчисления было бы невозможно создание классической механики, без теории вероятности — молекулярно-кинетической теории и вообще классической статистической физики, без векторного ана-

³ По словам Л. де Бройля, «теория также должна иметь свои инструменты, для того чтобы получить возможность формулировать свои концепции в строгой форме и строго вывести из предположения, которые можно было бы точно сравнить с результатами эксперимента; но эти инструменты являются, главным образом, инструментами интеллектуального порядка, математическими инструментами, если можно так сказать, которые теория постепенно получила благодаря развитию арифметики, геометрии, анализа и которые не перестают множиться и совершенствоваться» (*Бройль Л. де. По тропам науки. М., 1962, С. 163*).

⁴ См.: Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Потанов А. Б. Синергетика — новые возможности. М., 1989. С. 4.

лиза — классической электродинамики Максвелла, без тензорного анализа — теории относительности, без теории гильбертовых пространств, матричной алгебры, теории дифференциальных уравнений в частных производных — квантовой механики, без теории групп и обобщенных функций — теории элементарных частиц и т. д. Причем создание новых математических теорий, как правило, обуславливалось проблемами самой математики, совершенно независимыми от положения дел в физике.

В формальных аксиоматических теориях математики значения исходных терминов с самого начала не определяются, и они остаются неопределенными при выводе теорем из аксиом. Мы, поэтому, можем произвольно выбирать значения этих исходных терминов при одном только условии, что аксиомы останутся истинными. Но почему мы выбираем именно эти аксиомы, а не другие? Выбор диктуется прежде всего тем, приложима ли данная система к любым идеальным объектам, заданным извне в качестве интерпретации исходных терминов. Во многих случаях в качестве интерпретации какой-либо системы аксиом берется система концептуальных объектов из какой-нибудь другой аксиоматической теории. Тогда вопрос сводится к значению этой другой аксиоматической теории. Но когда мы утверждаем, что какое-то конкретное предложение данной формальной аксиоматической теории является теоремой и что оно истинно, то это означает лишь, что это предложение вытекает из аксиом. Однако вопрос о том, что этому предложению соответствует в действительности, и соответствует ли вообще, остается открытым, поскольку в формальной аксиоматике формальные выводы осуществляются до какого бы то ни было приписывания значений исходным терминам. Неопределенность исходных терминов и нефиксированность операций составляют теоретическую основу *универсальности* математики и ее языка, многообразия приложений математических формализмов как идеальных знаково-символических структур, обеспечивающих развертывание *потенциальной концептуальной информации* в понятийных системах

самых различных дисциплин. Убедительным примером здесь может служить современная алгебра, в частности абстрактная теория групп, система аксиом которой допускает существенно различные интерпретации — она обеспечивает извлечение новой когнитивной информации из самых разнообразных концептуальных объектов, будь то античастицы (ядерная физика) или брачные отношения в современных первобытных популяциях (социология). Таким образом, в силу идеальной и сугубо «ментальной» природы математики, язык формальных математических структур знаково-символического мышления универсален. Благодаря этому открываются возможности для глубоких *аналогий* между различными областями математизированных дисциплин. Так, например, открытие Гамильтоном оптико-механической аналогии, сыгравшей впоследствии важную роль в создании квантовой механики, было инициировано сугубо формальным подобием математического уравнения движения материальной точки в консервативном поле и уравнения лучевой оптики.

Поскольку математические формализмы обеспечивают выведение новой информации, потенциально содержащейся в концептуальных объектах эмпирических наук, то в условиях архаического, преимущественно образного мышления возникает когнитивная уверенность в том, что эти формализмы суть структуры внешней реальности. Примером может служить «числовая парадигма» древних пифагорейцев, сформулированная в их известном тезисе: «Все есть число». Конечно, мы можем «превращать» наши идеальные интеллектуальные инструменты в некое «субстанциональное» знание о внешнем мире только в силу того, что действительно мыслим с их помощью, и мыслим достаточно эффективно. Отождествляя цель и эффективное интеллектуальное средство ее достижения («магия цели»), архаическое мышление распространяет эту когнитивную установку и на математические формализмы, ориентируя на поиск соответствующих коррелятов в структурах внешней реальности. Аналогичным образом дело обстояло и с логическими

истинами, которым на протяжении многих веков, начиная с Аристотеля, приписывалась онтологическая интерпретация. Постепенная эволюция логико-вербального мышления (в кооперации с мышлением пространственно-образным) создала предпосылки для разрушения атавизмов древней «магии цели» и способствовала формированию все более артикулированных эпистемологических представлений о наших интеллектуальных инструментах познания.

По-видимому, некоторые элементарные математические структуры врожденны в силу генетической детерминированности встроенных в нашу когнитивную систему относительно «низкоуровневых» аналитических стратегий знаково-символического мышления. В пользу этого также свидетельствуют результаты исследований интеллекта отдельных видов животных, в частности птиц, обладающих зачатками неречевого знаково-символического мышления, — как оказалось, они способны считать предметы (естественно, в весьма ограниченных пределах, как правило, не более десяти). История прикладной математики берет свое начало с простейших арифметических вычислений и геометрических построений, отвечавших сакральным и глубоко прозаическим, практическим целям. Изобретение языка символов и формул позволило (по крайней мере уже древнеавилонским математикам) конструировать из простейших математических формализмов все более сложные и абстрактные, не заботясь о том, имеют ли они какое-либо прикладное значение. Развитие устной культуры и искусства аргументации в Древней Греции способствовало формированию теоретической математики, в которой впервые стали применяться неформальные доказательства с помощью геометрических построений, силлогистического типа и др. Критерии неформальных доказательств эволюционировали на протяжении всей последующей истории математики, оставаясь при этом достаточно неопределенными. Даже интуиционистской математике, вопреки первоначальному плану Брауэра, так и не удалось разработать критерии абсолютного понятия конструктивного доказательства, а

лишь его более слабые и более сильные версии. Только по отношению к формальным доказательствам, отвечающим жесткому набору требований, можно говорить о стандартах строгости, не зависящих от времени. Но ведь многие математические теории, в том числе такие «простые», как, например, арифметика натуральных чисел, формально не аксиоматизируемы. По-видимому, любой перечень методов математического доказательства и принципов построения математических объектов всегда остается и должен оставаться неполным. Эти методы и принципы подлежат пересмотру и уточнению, поскольку возможность дальнейшего расширения и углубления конструктивных способностей человеческого мышления ничем не ограничена (естественно, в пределах эволюции человека как биологического вида).

Таким образом, элементы гипотетичности, предположительности обязательно присущи математическим формализмам как идеальным структурам знаково-символического мышления. Эпистемологический статус утверждений формальных наук ничем принципиально не отличается от статуса гипотез наук эмпирических, хотя они и имеют прямое отношение к аналитическим стратегиям переработки информации, которыми мы (в отличие от природных и социальных процессов) можем непосредственно сознательно управлять (хотя бы частично) и которые мы в состоянии конструктивно оптимизировать. Конечно, появление современной вычислительной техники, ее бурное развитие за последние десятилетия постепенно размывает функциональные границы между искусственным и естественным интеллектом. В этой связи возникает много вопросов эпистемологического характера. Можно ли утверждать, например, что эпистемологический статус (а точнее, степень достоверности) математических утверждений, доказательство которых проведено с использованием современной вычислительной техники, не уступает утверждениям, полученным традиционным способом?

В качестве формальных систем математические теории не обязательно должны быть наглядными или «интуитивно

истинными» — наглядность и интуитивная достоверность не являются их критериями истинности. Достаточно лишь, чтобы эти теории были бы формально правильными, свободными от внутренних противоречий. В рамках формальной аксиоматики система аксиом может быть также исследована на предмет наличия таких свойств, как независимость какой-либо аксиомы от других, полнота, категоричность и т. д. Традиционным способом проверки истинности, формальной правильности математических доказательств является их перепроверка другими математиками, сообщество которых выступает в роли окончательных «верховных» судей. Однако математики тоже люди, и они могут ошибаться — такие случаи широко известны из истории научного познания. Формализация доказательств автоматизировала вычисления и тем самым создала предпосылки для конструирования современной вычислительной техники. Создание такой техники, в свою очередь, открыло новые возможности для проверки правильности математических доказательств и их поиска компьютером. Первые попытки использовать ЭВМ для проверки и получения логико-математических доказательств были предприняты еще в 50-х гг. XX в. (программа «Логический Теоретик»). К настоящему времени эта область применения ЭВМ значительно расширилась, причем перечень проблем, решаемых только компьютером, постоянно пополняется.

Одной из таких проблем, представляющей особый интерес для эпистемологии, является доказательство математических гипотез и решение задач, относящихся к категории необозримых. В таких случаях традиционные методы вычислений и проверки полностью исключаются — никакой исследователь не в состоянии ни провести требуемые вычисления «вручную», ни шаг за шагом повторить и перепроверить весь процесс доказательств или решений. Поиск необозримых доказательств и их верификация может быть осуществлен исключительно «искусственным интеллектом», компьютером. Поскольку доказательство в формальных дедуктивных системах является *эффективным*, т. е. существу-

ет некоторая механическая процедура, задающая последовательность выполнения тех или иных действий (алгоритм), которая позволяет проверить, будет ли полученная последовательность формул правильно построенным выводом или нет, то задача проверки правильности формального доказательства, представленного в виде текста, оказывается *алгоритмически разрешимой* и может быть реализована на компьютере. Перепроверку формальных доказательств в принципе может выполнить любой компьютер, удовлетворяющий соответствующим системным требованиям и обладающий нужными вычислительными характеристиками. Другими словами, в случае формального вывода полученные результаты оказываются *независимыми от конкретного типа компьютера*. Более того, обнаружилось, что эти результаты также независимы и от программы, обеспечивающей получение формального вывода, и даже от языка программирования, который был использован для написания исходной программы. Сложнее дело обстоит с проверкой правильности программ.

Компьютер представляет собой *физическое устройство*, состоящее из электронных микросхем, материальных накопителей информации, оборудования для ее ввода и вывода и т. д., которое обеспечивает его функционирование как *логического устройства*, позволяющего представить доказательства в виде формальных выводов в некоторой дедуктивной системе и зафиксировать эти выводы на материальных носителях информации. Работоспособность аппаратных средств, отсутствие у оборудования ошибок и сбоев в работе можно проверить с помощью соответствующих тестирующих программ, перепроверки результатов тестовых вычислений на других компьютерах и т. д. Если работоспособность компьютера как физического и логического устройства сомнений не вызывает, то для проверки правильности необозримых доказательств и решений остается лишь убедиться в правильности соответствующих программ. На практике правильность программы (алгоритма) выявляется на этапе ее прогона и проверки с помощью специальных те-

стов, подбор которых во многих случаях представляет собой далеко не тривиальную задачу. Такое тестирование, по-видимому, носит сугубо теоретический характер, так как в ходе него соотносятся два теоретических продукта — программа и полученные с ее помощью результаты вычислений. Однако положительные тесты все же не могут гарантировать отсутствие логических ошибок в программе и служить доказательством ее правильности. Проблема сдвигается в плоскость традиционных методов, поскольку удостовериться в формальном выполнении алгоритма и тем самым доказать формальную правильность программы может только человек. Рассматривая текст программы как статический математический объект, на который распространяются аксиомы и логико-математические правила вывода, разработчик должен «вручную» воспроизвести действия, строго соответствующие имеющемуся алгоритму. Если для создания программы был использован язык с обозримым алфавитом, то доказательство правильности программы оказывается *обозримой процедурой*, и осуществить его не представляет особого труда. Обозримая программа в принципе способна совершить необозримое число шагов, проверить и вывести сколь угодно длинные формулы. Если же текст программы *необозримый*, то доказательство правильности такой программы оказывается задачей *алгоритмически неразрешимой* (так как вопрос о завершении, остановке произвольного вычисления остается открытым), которая не может быть реализована на компьютере. Понятно, что только в случае обозримости используемых программ, а также при наличии формального вывода в некоторой формальной дедуктивной системе степень строгости и эпистемологический статус математических утверждений, доказательство которых проведено с использованием современной вычислительной техники, несколько не уступает результатам, полученным традиционным способом⁵.

⁵ Более подробно см.: Знатнов С. Ю. Эпистемологический статус компьютерных теорем. Дисс. ... канд. филос. наук. М., 2000.

2.1. Эпистемологические особенности логики как формальной науки

Несмотря на то что логика возникла еще в IV в. до Р. Х. и ее методы на протяжении столь длительного исторического периода менялись, основная задача этой науки в общем и целом не претерпела существенных изменений — она всегда исследовала и продолжает исследовать то, как из одних утверждений логически выводятся другие утверждения. Логика исходит из предположения, что логический вывод зависит только от «формы», т. е. от способа связи входящих в него утверждений и их структуры, а не от конкретного содержания этих утверждений. Современная неклассическая логика не внесла в этот подход каких-либо принципиальных изменений — все ее разделы и направления также игнорируют конкретное концептуальное содержание высказываний (умозаключений) и оперируют только с их логической формой. Логика, как и математика, не является опирающейся на эксперимент эмпирической наукой, наподобие физики, и в силу этого не может быть отображением каких-то «наиболее общих отношений реального мира» или «реального положения дел в физическом мире». Она также имеет непосредственное отношение лишь к нашему знаково-символическому мышлению, а точнее, к его разновидности — *мышлению логико-вербальному*. Логика — это наука об идеальных, формальных логических структурах вербального мышления, принудительная сила которых вытекает из их тавтологичности. Формулы, представляющие любой логический закон, всегда истинны, независимо от каких-либо интерпретаций переменных. Все законы логики являются логическими тавтологиями, которые нельзя подтвердить или опровергнуть никаким опытом. Конечно, логические тавтологии «пусты» в том смысле, что они не содержат когнитивной информации о внешнем мире. Но эти формализмы содержат информацию об идеальном, «правильном» вербально репрезентируемом мышлении, о правилах этого мышления, которые обеспечивают трансляцию истинност-

ных значений от посылок к заключениям. Благодаря этому они позволяют выявить скрытую, потенциально содержащуюся в концептуальных объектах когнитивную информацию.

Мы начинаем пользоваться логикой как инструментом нашего знаково-символического мышления практически с того момента, как начинаем говорить. Нетрудно, однако, заметить, что многие люди способны мыслить и рассуждать логически правильно (по крайней мере в простых случаях) сугубо интуитивно, не обладая какими-либо детальными знаниями о законах логики. И это неудивительно, так как в человеческих популяциях с относительным доминированием знаково-символического мышления имеется генетически врожденная предрасположенность к использованию преимущественно аналитических стратегий переработки когнитивной информации. Такие логические правила, как *modus ponens* и *modus tollens*, по-видимому, являются алгоритмами мыслительных программ и метапрограмм, которые оказались включенными в арсенал некоторых «встроенных» в нашу когнитивную систему аналитических стратегий. Разумеется, эти мыслительные программы (так же как и достаточно развитый естественный язык) не возникают в окончательном и готовом виде одновременно с появлением вида *Homo sapiens* и в этом смысле не являются нашим древнейшим филогенетическим наследием, как, например, перцептивное восприятие или пространственно-образное мышление. Они формируются вместе с соответствующими когнитивными структурами в ходе биологической, когнитивной и культурной эволюции человеческих популяций, эволюции естественного языка, символьного (вербального) сознания, памяти и т. п., в процессе постепенной смены доминирующего пространственно-образного мышления мышлением преимущественно знаково-символическим (логико-вербальным). С этой эволюционно-информационной точки зрения нет и не может быть никакой «общечеловеческой логики», так же как и нет «человека вообще», независимо от той или иной стадии биологической, когнитивной и культурной эволюции отдельных человеческих популяций.

Эволюция логико-вербального мышления особенно тесно сопряжена с эволюцией символьного (вербального) сознания, которое позволило людям управлять «встроенными» аналитическими стратегиями и соответствующими мыслительными схемами, оперировать ментальными репрезентациями (в словесном формате) независимо от содержащейся в них конкретной концептуальной информации. Благодаря этому у человечества открылись принципиально новые когнитивные возможности конструировать идеальные логические схемы рассуждений (логические формализмы) и использовать их для извлечения из концептуальных объектов скрытых, потенциально содержащихся в них «смыслов» — знаний. Характерно, что само возникновение логики как науки неразрывно связано с определенным этапом когнитивной эволюции не всех без исключения, а только некоторых человеческих популяций. Оно стало реально возможным лишь благодаря широкому распространению вербальной формы культурно-информационного контроля окружающей среды и архаической магии слова. Если с помощью «истинного» слова нельзя «овладеть» окружающим миром, то незачем тогда исследовать, при каких условиях одни высказывания «безошибочно» выводятся из других высказываний!

Итак, логика изучает идеальные, формальные структуры логико-вербального мышления (как разновидности мышления знаково-символического), которое (в кооперации с мышлением пространственно-образным) подлежит когнитивной эволюции. Создание идеальных мыслительных схем, а затем использование для обозначения соответствующих структурных «формальных» единиц общепринятого в математике языка символов и формул, а также математических методов и т. д. — все это позволило конструировать абстрактные логические исчисления. Но отсюда ясно, что по отношению к нашему целостному мышлению, функционирование которого основано на тесной кооперации и взаимодействии правого и левого полушарий, все тавтологии любых логических исчислений с эпистемологической точки

зрения могут рассматриваться только как идеальные схемы, гипотезы. Именно поэтому логические выводы, осуществляемые в соответствии с формальными схемами, далеко не всегда согласуются с нашим интуитивным пониманием и влекут за собой появление парадоксов. Непонимание того обстоятельства, что логика — это не эмпирическая «наука о мышлении», а наука об идеальных, формальных структурах нашего логико-вербального мышления, которая в силу идеального, а следовательно, и гипотетического характера своих допущений не всегда обязана следовать за нашей интуицией, за нашим интуитивным пониманием «правильного мышления» или «правильного умозаключения», нередко влечет за собой незаслуженную критику логических формализмов. В недалеком прошлом оно приводило к сугубо схоластическим попыткам разработать какие-то «логики» (типа «диалектической логики»⁶), «законами» которых были бы отрицания логических законов, например закона противоречия или закона исключенного третьего.

Конечно, наше мышление в целом не охватывается логикой, так как мы мыслим не только в соответствии с логическими правилами и формальными схемами, но и с помощью множества идеальных структур нелогического характера — структур, репрезентирующих причинно-следственные отношения, математических правил, эмпирических обобщений, извлеченных из обыденных знаний, гипотез и допущений эмпирических наук и т. д. Кроме того, мы активно привлекаем ресурсы нашего пространственно-образного мышления, которое использует неаналитические стратегии переработки когнитивной информации, — оно обеспечивает целостное понимание (а это — важнейший аспект мышления),

⁶ Конечно, безуспешные попытки создания «диалектической логики» в СССР диктовались в первую очередь внутренними запросами мифологии большевизма. См., например: *Бирюков Б. В.* Борьба вокруг логики в Московском государственном университете в первое послесталинское десятилетие (1954–1966) // *Логика и В. Е. К. М.*, 2003.

дарит нам творческое озарение, позволяет открыть новые знания и т. п. Наш естественно развивающийся язык хорошо адаптирован к взаимодействию систем правого и левого полушарий, и от него было бы нелепо ожидать свойств, приемлемых только для искусственных, формализованных языков. Все это, однако, не умаляет значения логики. Символьная формулировка логических формализмов помогает нам явным образом и с гораздо большей точностью использовать их в качестве составной части нашего интеллектуального, мыслительного арсенала. Изучение логики как теории формального мышления помогает укрепить и расширить наши врожденные аналитические способности. Хотя наши врожденные способности к аналитическому мышлению, позволяющие «интуитивно» обнаруживать верные аргументы, скорее всего не возрастают в результате изучения логики, все же нельзя отрицать, что в ходе такого изучения увеличивается возможность проверить правильность рассуждений. Люди могут сознательно (или неосознанно, по неведению) нарушать законы логики (как и правила грамматики), которые имеют силу независимо от нас. Но если в случае грамматических ошибок мы рискуем оказаться непонятыми собеседником (что, конечно, приводит к недоразумениям), то незнание законов логики может повлечь за собой ошибочные выводы и поступки, т. е. неадекватное, неадаптированное поведение.

Итак, математические и логические формализмы имеют непосредственное, прямое отношение только к нашему левополушарному знаково-символическому (логико-вербальному) мышлению. В отличие от мышления пространственно-образного, это мышление людей по своей когнитивной природе является филогенетически «вторичным», оно использует «вторичное», символьное кодирование мысли и порождает идеальные понятия и концептуальные системы, оперируя своими репрезентациями с помощью аналитических стратегий. Как идеальные и формальные структуры знаково-символического мышления математические и логические теории применимы к «внемыслительной» реаль-

ности только косвенным образом, опосредованно — через применение к нашим эмпирическим знаниям, теоретическим допущениям, гипотезам и теориям. Математические (и логические) формализмы позволяют выявить и развернуть огромный массив скрытой, потенциально содержащейся в теоретических объектах эмпирических наук концептуальной информации, они дают возможность вычислить эмпирически проверяемые параметры и величины, получить новые следствия из научных теорий и гипотез и т. д., а в абстрактных, математизированных областях естествознания выступают и как инструмент порождения новых научных понятий и концептуальных систем.

Отталкиваясь от результатов исследований когнитивных типов мышления, эволюционно-информационная эпистемология дает ясное понимание несостоятельности как наивно реалистических, так и инструменталистских взглядов на когнитивную природу математических и логических формализмов. Наивный реализм постулирует наличие истоков или даже «прообразов» математических и логических формализмов в структурах и корреляциях окружающего нас внешнего мира. Он апеллирует к перцептивно воспринимаемым признакам реальных объектов, относительно которых мы должны заранее обладать знанием, позволяющим нам решить, от каких из них нам следует абстрагироваться и какими идеальными свойствами и отношениями эти объекты необходимо «наделить». Понятно, что без точного выбора и спецификации требуемых идеальных свойств и отношений мы не знаем и в принципе *не можем знать* границ абстрагирования от *бесконечной совокупности всех признаков реальных объектов*. Таким образом, процедуры абстрагирования и идеализации должны обязательно базироваться на каких-то (в том числе и неявно принимаемых) *гипотезах* — математических или специально-научных. В математизированном научном познании выбор идеальных признаков определяется подключаемыми к концептуальной структуре теорий математическими формализмами, математическими понятиями и моделями, которые порождают соответствующую

щие идеальные объекты и концептуальные системы. Именно в результате такого подключения в структурах физических теорий генерируются такие понятия, как, например, материальная точка, идеальный газ, абсолютно черное тело и т. д. Об их правомерности и адекватности можно судить лишь на основании результатов эмпирической (экспериментальной) проверки научных теорий.

Отличие от наивного реализма инструментализм базируется на предпосылке, что математические и логические формализмы представляют собой лишь сугубо интеллектуальные орудия для вычислений и выведения следствий и что им ничего «не соответствует» в окружающей нас реальной действительности. Конечно, математические и логические формализмы непосредственно не имеют прямого отношения к внешнему миру, а только к работе нашей когнитивной системы, к нашему левополушарному, знаково-символическому мышлению. Но необходимо учитывать, что и наша когнитивная система в целом, и наше знаково-символическое мышление (так же как и работающее в тесной кооперации с ним наше правополушарное пространственно-образное мышление) относятся к тому же типу объективной реальности, что и окружающая нас действительность. Когнитивные способности людей (включая мышление, сознание, память, а также их интегральную характеристику — интеллект) имеют информационную природу, они являются продуктом биологической эволюции, результатом продолжающейся биологической (когнитивной) и культурной эволюции человеческих популяций.

Правильность математических и логических формализмов может быть, видимо, эмпирически проверена только с помощью созданных людьми искусственных интеллектуальных систем и вычислительных устройств, идеально имитирующих структуры и стратегии нашего реального знаково-символического мышления. В силу этого математика и логика с недавних пор также оказались на пути превращения в эмпирические науки.

Глава III

ГИПОТЕЗА

Термин «гипотеза» происходит от греческого слова *hypothesis* — основание, предположение. Его этимология подсказывает нам, что значение истинности гипотезы неопределенно и что она выступает в качестве основы, предпосылки доказательства. Информационное содержание гипотезы может касаться вопросов самого разнообразного характера — например, существования реальных или идеальных объектов, их структуры, признаков и взаимосвязей, причин их возникновения и эволюции и т. д. Выдвигая гипотезу, мы стремимся найти эмпирическое (экспериментальное) подтверждение вытекающим из нее следствиям и, если нам повезет, получить новое знание. Гипотеза, таким образом, выступает как метод познания. Она может оставаться изолированной от других гипотез или оказаться интегрированной в сложноорганизованные концептуальные системы — научные теории и теоретические модели. Итак, гипотеза — это: 1) научное утверждение, истинностное значение которого неопределенно; 2) метод научного познания, включающий в себя выдвижение и последующую эмпирическую (экспериментальную) проверку предположений; 3) структурный элемент научной теории, комплекса взаимосвязанных теорий или теоретических моделей. Как происходило формирование современных эпистемологических представлений о гипотезе?

3.1. Эволюция эпистемологических представлений о гипотезе

Первые сведения о гипотезе как форме научно-теоретического знания и методе научного познания относятся к начальному этапу эволюции древнегреческой математики. На основании ряда источников, в том числе текстов диалогов Платона, можно с известной долей определенности утверждать, что еще задолго до Евдокса Книдского и Евклида античные математики довольно широко применяли в качестве метода математического доказательства дедуктивный мысленный эксперимент, включавший в себя выдвижение гипотез, и дедуктивный вывод из них следствий с целью проверки правильности исходных предположений. Наряду с этим методом они также использовали и другой исследовательский прием, в котором дедуктивный мысленный эксперимент выступал уже в форме синтетической дедукции из нескольких гипотез. Таким образом, все положения ранней древнегреческой математики носили гипотетичный, предположительный характер.

Это обстоятельство, однако, не вызывало каких-либо эпистемологических затруднений в течение сравнительно длительного исторического периода, поскольку убеждение древних греков в абсолютной истинности выводов теоретической математики вытекало из ее «сопричастности» религиозно-мистическим учениям. Фактически только первый кризис древнегреческой математики, разразившийся в V в. до Р. Х., поставил проблему эпистемологического обоснования идеальных математических формализмов и правомерности используемых в математике методов доказательства. В соответствии с античным пониманием эпистемологического статуса научных знаний, этот кризис инициировал разработку таких новых методов математического доказательства, которые гарантировали бы абсолютную истинность получаемых выводов. Тем самым практически на весь период античной истории была предопределена эпистемологи-

ческая интерпретация гипотезы как формы проблематичного и недостоверного знания.

Согласно эпистемологической концепции Платона, область предположительного, гипотетического знания охватывает математические науки, прежде всего геометрию, но в нее не входят сведения, касающиеся чувственно воспринимаемых событий внешнего мира, сферы становления. Гипотеза в понимании Платона всегда «сопричастна» истине: ведь все математические науки должны, с его точки зрения, «отвечать» единой цели — созерцанию идеи блага. Это, в частности, означало, что к правдоподобным концептуальным системам, например мифам, вероятностным повествованиям и рассуждениям, неприменим подлинно научный аналитико-синтетический метод доказательства, в котором в качестве исходных допущений могли фигурировать гипотезы.

Аристотелевская концепция «доказывающей» науки, предполагавшая существование первых, недоказуемых и непосредственных «начал» — посылок доказательства, не запрещала рассматривать в качестве таковых гипотезы. Однако гипотеза понималась Стагиритом только как форма субъективного, индивидуального знания. Будучи «началом» только для изучающего, гипотеза с этой точки зрения не равнозначна «началу» в абсолютном смысле, т. е. аксиомам и определениям. Гипотеза может быть ошибочной, но для ее доказательства вовсе не требуется, чтобы она выступала как опосредствованная посылка, так как имеется возможность косвенного доказательства с помощью логического закона противоречия. Поэтому, полагал Аристотель, любая гипотеза может быть преобразована в искомое абсолютно истинное утверждение без привлечения каких-либо дополнительных посылок.

Аристотелевская «доказывающая» наука оказала большое влияние на практические подходы математиков к разработке метода построения теории элементарной геометрии (дедуктивно-аксиоматического метода). Евклид, а затем и

Архимед стремились полностью избежать использования термина «гипотеза», формулируя свои предположения в виде отдельных списков постулатов, аксиом и определений, которые по мере надобности дополнялись новыми допущениями. Формирование нового, инструментального эпистемологического взгляда на гипотезы как «воображаемые фикции» произошло только в эпоху эллинизма и было связано в первую очередь с трудностями интеграции кинематических гипотез и «динамики» Аристотеля в астрономической теории Птолемея. Чтобы не ставить под сомнение абсолютную истинность аристотелевской «физики», Птолемей предложил рассматривать свои кинематические (математические) допущения, позволяющие описать движения планет, как гипотезы, которым «физически» ничего «не отвечает» в реальном мире.

Эпистемологический взгляд на математические гипотезы как сугубо вычислительные инструменты человеческого мышления и познания был подхвачен схоластами позднего Средневековья, поскольку несомненным приоритетом, с их точки зрения, обладали принципы аристотелевской «физики», не говоря уже о теологических истинах. Так, например, Фома Аквинский рассматривал математические гипотезы и вообще математическое «умозрение» как своего рода «незаконный», вспомогательный вид познания. Они допустимы лишь в качестве средств иллюстрации истин аристотелевской «физики». Несостоятельность последней стала очевидной лишь к концу позднего Средневековья. Поэтому Николай Кузанский был вынужден распространить идею о предположительном характере знаний на все человеческие «положительные утверждения об истине», включая и «физику» Аристотеля. Эта идея, безусловно, сыграла позитивную роль на ранних этапах научной революции XVI–XVII вв.

Типичная для классической эпистемологии XVII–XVIII вв. наивно-реалистическое убеждение в существовании абсолютно истинного метода познания не могла не породить сугубо негативного отношения к методу гипотез.

Поэтому, например, Ф. Бэкон и Р. Декарт полностью отказывали гипотезам в статусе форм подлинно научного знания. «Боязнь» гипотез в определенной мере была характерна и для эпистемологических взглядов И. Ньютона. Она отражала его естественную реакцию на реальную опасность оказаться в океане спекулятивных предположений при отсутствии достаточно надежных экспериментальных данных¹. Известный поворот в сторону отказа от классического эпистемологического взгляда на научное знание как знание абсолютно достоверных незыблемых истин становится заметным лишь во второй половине XIX в. благодаря попыткам кембриджских логиков представить проблему подтверждения научных теорий как комбинаторную задачу, решаемую с помощью математической теории вероятности. Отождествляя степень вероятной надежности теории (по отношению к «эмпирическому базису») и гипотетичность, и потому рассматривая все допущения эмпирических наук как гипотетичные, один из представителей этого подхода, У. Джевонс, полагал все же возможным сохранить классические эпистемологические характеристики научности только для формальной науки — математики. С его точки зрения, та же самая математическая теория, но используемая в качестве прикладной модели в какой-то области естественнонаучного знания, также оказывается лишь «вероятной» гипотезой. Только в результате кризиса в математике и других областях науки на рубеже XIX—XX вв., разработки теории относительности, квантовой теории и т. д. постепенно формируется принципиально новое эпистемологическое понимание предположительного, гипотетичного характера всех без исключения форм научного знания².

¹ Более подробно об эволюции представлений о гипотезах в классической эпистемологии см.: Меркулов И. П. Метод гипотез в истории научного познания. М., 1984; Меркулов И. П. Эпистемология. СПб., 2003. Т. 1. Ч. II. Гл. II.

² См. главу «Становление идей гипотетического реализма» в первой части данного тома.

3.2. Свойства гипотезы

В логической структуре гипотезы обычно выделяют *основание* (посылки) и *заклюжение*, которое лишь с какой-то степенью вероятности может подтверждаться посылками. Логическая структура гипотезы формально совпадает с аналогичной структурой правдоподобного умозаключения (индукции, аналогии, статистического вывода). Однако, в отличие от последних, истинность посылок гипотезы всегда остается неопределенной, а сами эти посылки изменяются в ходе эволюции научного познания. Поэтому степень подтверждения заключения гипотезы ее посылками также оказывается величиной исторически изменяющейся³.

Исходным пунктом и побудительной причиной любого научного исследования выступает осознание исследователями недостаточности имеющихся знаний для удовлетворительного объяснения тех или иных наблюдаемых явлений. Проблем, которые можно изучать в науке, великое множество. Поэтому при выборе подлежащей исследованию проблемы ученый должен решить, какое значение она может иметь для развития интересующей его научной дисциплины. После того как такая проблема выбрана, она должна быть ясно и точно сформулирована. Кроме того, должен быть осуществлен сбор и анализ относящихся к данной проблеме фактов — результатов наблюдений и экспериментов, образцов, источников, статистических данных и т. д., а также уже имеющихся теоретических представлений — научных гипотез и теорий, которые по каким-либо причинам оказались непригодными для ее объяснения. Гипотеза всегда выдвигается в ходе развития отдельной области науки с целью *решения конкретных проблем* — например, чтобы предсказать или объяснить новые экспериментальные данные, снять противоречие теории с результатами экспери-

³ Более подробно о логической структуре и вероятностном характере гипотезы см.: Рузавин Г. И. Методология научного исследования. М., 1999. С. 67—79.

ментов, построить на основе фундаментальной теории частные теории или прикладные модели и т. д. Поэтому любая гипотеза должна быть *релевантной* (т. е. уместной, относящейся к делу) по отношению к таким проблемам или экспериментальным данным, которые она позволяет объяснить или предсказать.

В этой связи заслуживает внимания весьма примечательный казус, который произошел с гипотезой корпускулярной наследственности Г. Менделя на раннем этапе развития классической генетики. Завершив свое исследование наследственных признаков гороха, Мендель послал экземпляр публикации с изложением результатов своей работы известному ботанику, профессору Берлинского университета К. Негели, который в то время считался крупнейшим авторитетом в вопросах наследственности. Однако Негели отнесся к выдвинутой Менделем гипотезе весьма скептически. Он заявил, что поверит в его открытие только в том случае, если тот сумеет повторить свои эксперименты на другом, хорошо известном Негели, растении — ястребинке — и получит аналогичные результаты. Мендель многократно пытался воспроизвести свои эксперименты на ястребинке, но их результаты всегда оказывались отрицательными и тем самым, казалось, ставили под сомнение справедливость его предположений. Конечно, ни Негели, ни Мендель, да и никто другой в то время не знал, что гипотеза корпускулярной наследственности к данному случаю вообще не имеет прямого отношения, так как у ястребинки семена образуются бесполом путем. Релевантность гипотезы конечно же правомерно определять не только по отношению к логически выводимым из нее фактам, но и по отношению к более широкому множеству фактов, которые могут быть выведены из нее с помощью математических преобразований и дополнительных гипотез.

Гипотеза должна также содержать какую-то новую концептуальную информацию, обладать дополнительным (по сравнению с предшествующими или конкурирующими гипотезами, теориями) теоретическим содержанием, которое

позволяло бы специфическим образом объяснять результаты экспериментов и наблюдений или даже предсказывать неизвестные ранее эмпирические (экспериментальные) данные. В противном случае ее разработка теряла бы смысл. Но даже если эта новая концептуальная информация не получает в дальнейшем эмпирического подтверждения, гипотеза тем не менее выполняет познавательную роль, направляя научное исследование в определенное русло. Ведь при выдвижении новых гипотез исследователи обязательно опираются на результаты проверок (в том числе и отрицательные) гипотез, им предшествующих. Так, например, разработка М. Планком квантовой гипотезы, получившей экспериментальное подтверждение, опиралась также и на отрицательные результаты эмпирических проверок его собственной, ранее выдвинутой им гипотезы, касающейся энтропии ансамбля гармонических осцилляторов.

В качестве научных утверждений гипотезы должны обладать свойством *принципиальной эмпирической проверяемости*, независимо от данного уровня развития науки. Гипотезы следует формулировать таким образом, чтобы из них можно было вывести поддающиеся эмпирическим проверкам заключения (предсказания). Если, например, выдвигнуть предположение, что потомок похож на родительские особи только потому, что он связан с ними родственными отношениями, то оно окажется эмпирически не проверяемым (хотя и является по своей сути правильным). Если же его переформулировать в утверждение, что потомок похож на своих родителей, поскольку они передали ему в соответствии с определенными соотношениями некоторое количество генов, то такое утверждение эмпирически проверяемо, так как существование генов, правила их передачи потомкам и т. п. могут быть проверены с помощью экспериментов или наблюдений. В математизированных дисциплинах, например в физике, гипотезы формулируются на языке математики в виде уравнений, формул и т. д., позволяющих осуществлять с ними формальные преобразования, выводить следствия и вычислять экспериментально фиксируемые

значения величин с помощью *математических гипотез*, математических и компьютерных моделей. Тем самым появляется возможность выявления скрытой, потенциально содержащейся в концептуальных объектах и системах информации, выведения предсказаний, о которых ранее ничего не было известно. В этом заключается эвристическая сила математических формализмов (гипотез) как идеальных инструментов нашего знаково-символического мышления.

Однако во многих областях естествознания и особенно в общественных и гуманитарных дисциплинах гипотезы формулируются вербально, в словесной форме. Соответственно их дедуктивный аппарат включает главным образом логические формализмы (законы логики). Это, однако, не означает, что в этих дисциплинах в качестве полезных эвристических инструментов вообще не привлекаются математические гипотезы, математические и компьютерные модели. Для их подключения здесь обычно вводятся упрощающие идеальные допущения, которые, правда, не всегда оказываются по результатам эмпирических проверок достаточно реалистичными. Для современных социогуманитарных дисциплин характерна все увеличивающаяся инструментальная значимость математических моделей. Речь, конечно, идет не только о прикладной социологии или экономических науках, широко использующих компьютерное моделирование (в том числе и динамических процессов). В антропологии, например, применение компьютерных моделей позволило установить, что в силу анатомических особенностей гортани все виды древних гоминид, включая неандертальцев, в принципе не могли обладать способностью к членораздельной речепroduкции. Подсчеты вариаций митохондриальной и аутосомной ДНК дали основание предполагать, что наш подвид *Homo sapiens sapiens* возник приблизительно 200 тыс. лет назад. Такого рода вычисления легли также в основу ряда исторических и этнографических гипотез о географическом расселении древних народов и эволюции современных человеческих популя-

ций⁴. В истории и сравнительной социологии оказалось весьма продуктивным привлечение статистических и иных математических моделей, которые позволили обнаружить зависимость между появлением цивилизаций и плотностью населения, между резкими изменениями климата, экологическими катастрофами и социальной нестабильностью, между возникновением сельскохозяйственного производства и ростом численности населения и т. д. Радиологический анализ дает возможность довольно точно датировать обнаруженные археологами ископаемые останки людей, предметов древних культур, сооружений и т. д. Трудно даже представить, каким бы был облик современных общественных наук, если бы они полностью исключали привлечение прикладных математических гипотез.

В современной науке эмпирическая проверка высокоабстрактных гипотез (в том числе и относящихся к области философского знания) обычно носит косвенный характер, она требует многих посредствующих звеньев в виде конкретных теорий, вспомогательных гипотез, теоретических моделей, моделей экспериментальных установок и т. д. Так, в частности, применение квантовой механики в качестве теоретической основы для предсказания свойств различных химических веществ оказывается невозможным без введения специального рода вспомогательных гипотез, поскольку в общем случае уравнение Шредингера можно решить только для простейших идеальных систем, содержащих не более двух частиц.

Принципиальная эмпирическая проверяемость научных гипотез означает, что они обладают свойствами *фаль-*

⁴ См.: Лимборская С. А., Хуснутдинова Э. К., Балановская Е. В. Этногеномика и геногеография народов Восточной Европы. М., 2002; Underhill P. A. et al. Y Chromosome Sequence Variation and History of Human Population // *Natural Genet.* 2000. N 26; Zhevetovsky L. A., Rosenberg N. A., Pritchard J. K. et al. A Global Picture of Ancient Expression of Modern Human Revealed by a Large Set of Autosomal STRs // *Amer. J. Human Genet.* 2002 (subm); Zhivetovsky L. A. et al. Genetic structure of human population // *Science.* 2002 (subm).

сифицируемости и *верифицируемости*. Свойство *фальсифицируемости* фиксирует предположительный характер области применения научных гипотез. Поскольку последние являются утверждениями ограниченной общности, они не только допускают, но также прямо или косвенно запрещают какое-то состояние дел в исследуемой области. Так, например, одной из фундаментальных гипотез специальной теории относительности является допущение о том, что существует система отсчета F , относительно которой свет распространяется в вакууме с постоянной скоростью C , не зависящей от скорости источника света относительно данной системы отсчета. Очевидно, что эта, сформулированная в виде экзистенциального утверждения, гипотеза прямо запрещает определенный класс событий. Другим характерным примером здесь может служить принцип Паули в квантовой механике, запрещающий существование двух или более электронов в состояниях, характеризующихся одинаковыми значениями четверки квантовых чисел.

Напротив, гипотезы, лежащие в основе механики Ньютона, по известным причинам первоначально формулировались как утверждения неограниченной всеобщности, т. е. утверждали безусловную справедливость определенных соотношений в любых областях. Однако по мере развития познания стало ясно, что уже в области применения нерелятивистской квантовой механики, предположительные границы которой фиксировались специальной теорией относительности, они неприменимы. Более того, оказалось, что то же самое можно утверждать и относительно сверхплотных звезд: там необходимо учитывать эффекты, предсказываемые общей теорией относительности. Нет, разумеется, никаких гарантий, что дальнейшее развитие науки не будет накладывать новых, неизвестных пока ограничений на область применения исходных гипотез ньютоновской механики. Конечно, совпадение области применения нескольких гипотез (т. е. наличие у них одного и того же класса референтов) не свидетельствует об их эквивалентности в концептуально-информационном отношении, поскольку они могут утверждать нечто разное о своих референтах.

Другим не менее важным свойством научных гипотез является их *верифицируемость*. Наличие этого свойства позволяет установить и проверить относительное эмпирическое содержание гипотезы. Наибольшую ценность представляет собой подтверждение испытываемой гипотезы такими экспериментальными данными, существование которых невозможно было предположить до ее выдвижения. В качестве примера можно сослаться хотя бы на успешное предсказание гипотезами Бора новых серий линейчатого спектра атомарного водорода, которые спустя некоторое время были экспериментально обнаружены Лайменом, Бреккетом и Пфундом. Законы Кеплера и Галилея также в принципе будут правильно рассматривать в качестве подтверждений теории Ньютона, так как последняя предсказала отклонения от этих законов, большинство из которых оказались новыми, неизвестными ранее фактами. Свойство *верифицируемости* (так же как и *фальсифицируемости*) носит абсолютный характер, поскольку потенциально подтверждающей гипотезу инстанцией могут оказаться как известные, так и пока еще неизвестные факты. В ряде случаев определенное методологическое значение может иметь, конечно, и сравнительная оценка соперничающих гипотез по отношению к фиксированному множеству уже установленных эмпирических или экспериментальных данных. Однако такую оценку нельзя абсолютизировать, так как подтверждение — это процесс, зависящий от прогресса познания.

Эмпирическая проверка гипотез осуществляется с помощью *экспериментов и наблюдений*, которые должны быть универсальными и воспроизводимыми. Результаты экспериментов, которые могут быть воспроизведены только в одной лаборатории, одним лицом или группой лиц, независимо от того, являются ли они положительными или отрицательными по отношению к проверяемой гипотезе, не могут быть признаны сообществом ученых в качестве убедительных свидетельств в ее пользу. Проверочные эксперименты должны проводиться параллельно с контрольными для того, чтобы в них учитывались по возможности все относящиеся к делу переменные факторы. Поскольку переменные

факторы легче контролировать в искусственных условиях, создаваемых экспериментальными установками, лабораторный эксперимент обладает существенными преимуществами перед наблюдениями в природе. В то же время лабораторный эксперимент невозможен без идеальных упрощающих допущений, которые во многих случаях могут обесценивать проверку гипотез.

Эпистемологическая оценка надежности или степени достоверности гипотез зависит от того, являются ли они изолированными предположениями или включены в структуру неформальной или формальной гипотетико-дедуктивной теории, теоретической модели, в структуру системы теорий и т. п. Относительно более высокий статус гипотез в структуре теорий обуславливается внутренней организацией этих концептуальных систем знания. На их стороне не только надежность экспериментальных законов, лежащих в основе частных теорий и практических приложений, но и принудительная сила правил математического и логического выводов. Именно поэтому невозможна сепаратная фальсификация взаимосвязанных теоретических гипотез, а их опровержение представляется делом гораздо более трудным, чем опровержение изолированной гипотезы.

3.3. Ad hoc гипотезы

Гипотеза *ad hoc* (от лат. *ad hoc* — к этому, для данного случая) — гипотеза, выдвинутая с целью решения стоящих перед испытываемой теорией проблем и оказавшаяся в конечном итоге ошибочным вариантом ее развития. Предсказание новых фактов и адаптация к полученным экспериментальным данным являются наиболее важными проблемами, с которыми сталкивается любая научная теория. Решение этих проблем в принципе невозможно без развития исходной концептуальной структуры теории путем введения дополнительных гипотез, построения частных теорий и специальных моделей. Но не все предсказания теории и попытки адаптировать ее к полученным экспериментальным данным оказываются успешными или отвечают общепризнанным

метатеоретическим критериям научности. Так как возможности «легитимной» адаптации теорий ограничены, ученые в кризисных ситуациях иногда намеренно идут на нарушения этих критериев, прибегая к помощи *ad hoc* гипотез. Некоторые *ad hoc* гипотезы могут вообще не обладать никаким дополнительным теоретическим содержанием по сравнению с исходной теорией, но они временно обеспечивают этой теории какие-либо важные прагматические преимущества, например, достаточную степень согласованности с новыми экспериментальными данными и т. д. С другой стороны, *ad hoc* гипотезами по сути дела оказываются любые эмпирически бесплодные вспомогательные предположения, поскольку их дополнительное теоретическое содержание не получает экспериментального подтверждения. Характерным примером здесь могут служить выдвинутые в 1924 г. с целью развития квантовой теории Бора гипотезы Бора—Камерса—Слейтора. Вытекающие из них предсказания оказались в дальнейшем экспериментально несостоятельными.

Можно выделить также и другие типы *ad hoc* гипотез, использование которых приводит к нарушению соответствующих критериев научности. Причем эти нарушения в ряде случаев могут оставаться необнаруженными, скрытыми в течение некоторого времени, так как в принципе невозможно предвидеть все следствия из имеющихся теорий и гипотез, которые в дальнейшем будут выведены благодаря изобретению и применению новых математических формализмов. Поэтому смелые и нетривиальные гипотезы, сформулированные, как правило, на языке математики, которые на каком-то этапе позволяют успешно решить проблемы, связанные с адаптацией теорий к экспериментальным данным, в дальнейшем могут оказаться гипотезами *ad hoc* — например, в силу их обнаружившейся логической несовместимости с некоторыми допущениями исходной теории. Эта несовместимость (логическое противоречие) обычно выявляется в результате применения новых математических формализмов, новых математических гипотез и моделей.

Нередко такого рода «селективно ценные» *ad hoc* гипотезы выступают отправным пунктом формирования новых

теорий, поскольку в силу своей автономии соответствующий математический формализм может быть «подключен» к другим специально-научным гипотезам. В качестве примера можно сослаться на полученный из уравнений Максвелла формализм уравнений преобразований Лоренца, который позволял логически согласовать подправленную теорию эфира с результатами экспериментов Майкельсона-Морли. Однако из уравнений преобразований Лоренца следовало, что все равномерно движущиеся наблюдатели получают одну и ту же величину скорости движения света независимо от скорости движения лабораторной системы отсчета в эфире. А этот вывод логически противоречил допускаемому классической теорией эфира закону сложения скоростей Галилея. Аналогичным образом дело обстояло и с квантовой гипотезой Планка, которая, вопреки ожиданиям его автора, оказалась логически несовместимой с классической волновой теорией, развитой в свое время Гюйгенсом, Юнгом, Френелем и Максвеллом.

3.4. Гипотетико-дедуктивный метод

Гипотетико-дедуктивный метод — это метод научного исследования, который сводится к дедуктивному выводу следствий из гипотезы (или системы гипотез) и их эмпирической (экспериментальной) проверке. Поскольку дедукция полностью переносит значение истинности от посылок к заключению, то отрицательные результаты эмпирических проверок свидетельствуют о некорректности исходной гипотезы (либо о необходимости внесения соответствующих изменений в процедуры эмпирических проверок или в средства логического и математического вывода следствий). По этой же причине подтверждение дедуктивных следствий не может служить достаточным условием истинности проверяемой гипотезы, а лишь условием ее правдоподобия (или вероятности).

Когнитивные предпосылки формирования гипотетико-дедуктивного метода возникли задолго до науки Нового времени. Они явились результатом когнитивной и социо-

культурной эволюции отдельных человеческих популяций, становления преимущественно знаково-символического (логико-вербального) мышления и развития искусства логической аргументации. Уже в эпоху античности в практике логической аргументации нашли широкое применение гипотетические умозаключения, метод приведения к абсурду. Метод Сократа (насколько можно судить о нем по диалогам Платона) сводился к выдвижению гипотез, дедуктивному выводу из них следствий и их опровержению надежно установленными знаниями. Возникновение и развитие древнегреческой науки, прежде всего математики и статистики, было также связано с широким применением гипотетических умозаключений. Однако античные математики стремились избежать использования термина «гипотеза», рассматривая аксиомы и постулаты как формы абсолютно истинного, достоверного знания. Их истинность доказывалась с помощью наглядных построений (преобразований) в идеальном математическом (геометрическом) пространстве. В своих исследованиях по равновесию рычагов и гидростатике Архимед также прибегал к услугам гипотетических умозаключений как инструментам мысленных математических экспериментов. Однако древнегреческая наука не знала реального, физического эксперимента, который был глубоко чужд античному мировоззрению.

В отличие от античных ученых Галилей всегда стремился экспериментально проверять следствия из своих гипотез. Конечно, в его распоряжении уже были новые математические методы (разработанные еще в позднем Средневековье), позволяющие *вычислить* экспериментально наблюдаемые физические величины. Именно Галилей заложил основы современного гипотетико-дедуктивного метода. Его дальнейшие успехи были связаны с разработкой Ньютоном классической механики, поэтому этот метод получил широкое распространение во многих областях экспериментального естествознания.

В современном научном познании изолированные гипотезы не играют столь значительной роли, как в период

формирования науки Нового времени. Такого рода гипотезы преобладают, пожалуй, только в описательных социогуманитарных дисциплинах. Для различных областей теоретического естествознания (астрономия, физика, химия и т. д.) характерно наличие множества взаимосвязанных гипотез (причем различной степени общности), между которыми установлены определенные отношения, в том числе и отношения логической и математической дедукции. Понятно, что в случае неудачной эмпирической проверки следствий из системы взаимосвязанных гипотез выявление конкретной гипотезы, ответственной за отрицательный результат, может представлять значительные трудности. Эти трудности получили отражение в известном тезисе Дюгема—Куайна⁵. Вывод из гипотез экспериментально проверяемых величин, как правило, требует привлечения многих посредствующих звеньев в виде вспомогательных гипотез различной степени общности. Нередко он может быть получен только с помощью весьма сложных математических формализмов. Современные исследователи используют конструктивные методы вычисления и проверки следствий, а также строгую формализацию аппарата математического вывода.

Когнитивная ценность гипотетико-дедуктивного метода особенно возрастает в периоды формирования новых научных теорий, в эпоху кризисов в науке, когда резко увели-

⁵ Тезис о невозможности сепаратной экспериментальной проверки гипотез, являющихся элементом сложноорганизованной теоретической системы. Первоначальный (слабый) вариант этого тезиса был сформулирован П. Дюгемом. Из его формулировки, в частности, следовало, что в силу системного характера организации фундаментальных теорий в принципе невозможен «решающий эксперимент», который позволял бы однозначно их подтвердить или опровергнуть. У. Куайн, со своей стороны, частично под влиянием Дюгема, выдвинул более сильное утверждение относительно возможности в любом случае спасти какую-либо компоненту теоретической системы перед лицом возникших экспериментальных трудностей. См.: Дюгем П. Физическая теория, ее цель и строение. СПб., 1910; Quine W. From a Logical Point of View. Cambridge (Mass.), 1961.

чивается число *относительно изолированных* гипотез и гипотез *ad hoc*, а доверие к общепризнанным теориям падает. Ясно, однако, что отдельная гипотеза, даже если она успешно выдержала экспериментальные проверки, все же не может превратиться в научную теорию.

3.5. Как рождаются научные гипотезы

В структуре традиционных для философии и методологии науки подходов логика развития научно-теоретического знания и творчество отдельного ученого, как правило, оказывались «по разные стороны баррикад», выступая в роли своего рода заложников исторически сложившейся дисциплинарной оппозиции логика—психология. Создавая логические реконструкции внутренних эволюционных процессов в научном знании, носителем которого выступает специализированное сообщество ученых, философия и методология науки до недавнего времени полностью отказывались исследовать индивидуальные и личностные аспекты научных открытий, процессы зарождения новых идей и научных гипотез и традиционно относили эти вопросы исключительно к компетенции психологии как эмпирической науки. Суть такого подхода в свое время предельно ясно сформулировал К. Поппер: «Вопрос о путях, по которым новая идея — будь-то музыкальная тема, драматический конфликт или научная теория — приходит к человеку, может представлять существенный интерес для эмпирической психологии, но он совершенно не относится к логическому анализу научного знания»⁶. Таким образом, именно психологии надлежало выяснить, в чем секрет успешных научных гипотез и иных открытий и не затаился ли он в некоей синкретичной и трудноопределимой индивидуальной когнитивной способности — интуиции.

⁶ Поппер К. Логика и рост научного знания. М., 1983. С. 50—51.

Однако достижения когнитивной науки за последние десятилетия, видимо, заставляют усомниться в правомерности жесткой демаркации между логикой эволюции научного знания и когнитивными процессами, обеспечивающими эффективность индивидуального творчества ученых. Исследования когнитивных психологов дают, в частности, основания полагать, что хотя научные проблемы порождаются главным образом внутренней логикой эволюции научных дисциплин, их конкретные решения, возникающие в форме догадок, рабочих гипотез и т. д., оказываются возможными только благодаря информационной активности нашего филогенетически более древнего правого полушария, нашего правополушарного пространственно-образного мышления, работа которого непосредственно не контролируется символическим (вербальным) сознанием и в гораздо большей степени подчинена неосознаваемым, генетически управляемым стратегиям переработки когнитивной информации.

Психологами были получены весьма убедительные данные, свидетельствующие о том, что структура личностно-психологической мотивации научного творчества включает в себя такие общепринятые в науке ценности, как, например, непротиворечивость теорий, высокая степень обобщения, фундаментальность, предсказательная сила и экспериментальная проверяемость. Исследования биографий ученых, кроме того, показывают, что для творческих личностей типично стремление к автономии и независимости, к самоутверждению, ведущее их к поиску малоизученных или «горячих» тем, областей знания для того, чтобы именно здесь бросить вызов общепринятым представлениям. Они всегда оказывают явное предпочтение элегантным, оригинальным и изобретательным решениям и подходам, сочетая их с толерантностью, терпимостью к критике, к двусмысленности, к многозначности контекста⁷. Такого рода ценности также выступают в качестве важных побудительных мотивов творческих поисков ученых.

⁷ Более подробно об этом см.: *Amabile T. M. The Social Psychology of Creativity. New York, 1983.*

Исследования психологами когнитивных (интеллектуальных) способностей людей — они включали тесты, позволяющие оценивать вербальные и математические способности, способности к решению проблем, к обучению, а также пространственное воображение и разные виды памяти, — дают возможность, в частности, сделать выводы о наличии определенных корреляций между интеллектом (как некоторой интегративной характеристикой когнитивных способностей индивидов) и творчеством⁸. Они также показывают, что для успешной творческой деятельности в таких сферах, как наука и инженерное дело, минимальный уровень «общего интеллекта» должен быть выше среднего. Кроме того, для решения математических и вербальных задач, задач на пространственно-образное мышление и воображение, видимо, дополнительно требуются специфические когнитивные способности⁹. Имеются также определенные основания предполагать, что соотношение двух когнитивных типов мышления, двух стратегий переработки информации — аналитической и холистической — в значительной степени характеризует *индивидуальный когнитивный стиль ученых*, количественные и качественные аспекты индивидуальных мыслительных способностей исследователей, потенциально необходимых для их успешного научного творчества¹⁰. Правда, интеллектуальные потенции составляют лишь возможность творчества, которая, естественно, может и не реализоваться по целому ряду причин. Тем не менее с учетом того, что творческий процесс отличается от нетвор-

⁸ См.: *Perkins D. N. Creativity and Quest for Mechanism // The Psychology of Human Thought. Cambridge, 1988. P. 319.*

⁹ См., например: *Фогель Ф., Мотульски А. Генетика человека. Т. 3. М., 1990. С. 70—71.* Г. Гарднер, в частности, выделяет следующие семь аспектов или «измерений» интеллекта: лингвистический, музыкальный, логико-математический, пространственный, телесно-кинестатический, внутриличностный и межличностный. См.: *Gardner H. Frames of Mind. New York, 1983.*

¹⁰ См.: *Sternberg R. Intelligence // The Psychology of Human Thought. P. 298—303.*

ческого прежде всего итоговым результатом, порождением нового знания или иной культурной информации (никаких качественных психофизиологических или информационных характеристик, специфичных именно для творческих процессов, пока не обнаружено), резонно все же допустить, что исследование любой успешной интеллектуальной инициативы ученых, любого научного открытия, будь то догадка, гипотеза или новая идея, может способствовать, кроме всего прочего, раскрытию каких-то общих когнитивных характеристик, специфичных для мышления первооткрывателей. Выявление такого рода закономерностей, их эмпирическая верификация историко-научными данными, данными биографий исследователей, в перспективе позволило бы уточнить специфику креативного мышления ученых в его взаимодействии с внутренней логикой развития научно-теоретического знания.

Результаты довольно многочисленных исследований когнитивных психологов убедительно показывают, что процесс научного творчества включает в себя несколько взаимосвязанных этапов: 1) выявление требующей решения проблемы; 2) анализ данных и выдвижение пробных гипотез; 3) созревание открытия; 4) озарение (инсайт); 5) логико-аналитическая обработка полученного нового результата, его критический анализ и обоснование. Нетрудно заметить, что наше знаково-символическое (логико-вербальное) мышление играет ведущую роль на этапах подготовки и обоснования открытий. Достижение неординарных результатов, венчающих успешное исследование, предполагает солидный репертуар специфичных для данной области знания теоретических схем, гипотез, моделей, экспериментальных данных и пр., а также способствующих решению проблем эвристик, поисковых стратегий, исходных планов, которые ученый приобретает и самостоятельно развивает в ходе длительного профессионального обучения и личной вовлеченности в процесс научного познания. К тому же необходимо учитывать, что поисковое поле исследователя всегда ограничено внутренней логикой развития соответ-

ствующей дисциплины — творческий поиск в первую очередь фокусируется именно на тех проблемах, которые ранее не удалось решить его предшественникам и коллегам и которые поэтому, возможно, требуют нетривиального нового подхода. В противном случае даже при наличии богатого воображения, богатых когнитивных возможностей пространственно-образного мышления трудно ожидать появления конструктивных решений, подлинных открытий.

Другими словами, продуктивность творческих актов, обусловленных в значительной мере нашими способностями к генерации сознательно неконтролируемых правополушарных мыслительных процессов, далеко не в последнюю очередь зависит от *объема экспертных знаний* и их предварительной сознательной подготовки, предполагающей глубокий анализ реальной проблемной ситуации в науке, аргументированную критику и оценку имеющихся научных теорий, гипотез, экспериментальных данных и пр. Лишь при этом неременном условии новые идеи, гипотезы и догадки исследователя могут оказаться действительно продуктивными, способными выдержать огонь рациональной критики и экспериментальных проверок.

Если в качестве иллюстрации вышеизложенного взять открытие специальной теории относительности, то, как свидетельствуют историко-научные данные, творческие усилия А. Эйнштейна с самого начала были направлены на поиск решения проблем, которые возникли в ходе развития электродинамики движущихся сред Максвелла. Основные положения специальной теории относительности, как известно, были изложены им в небольшой, объемом всего лишь в тридцать страниц, статье «К электродинамике движущихся тел», работа над которой, начиная с момента зарождения самой идеи о теории, заняла, по свидетельству ее автора, не более пяти или шести недель¹¹. Это, конечно, не означает, что все фундаментальные идеи данной теории возникли и получили окончательную формулировку в течение столь короткого временного периода — согласно вполне досто-

¹¹ См.: Зелиг К. Альберт Эйнштейн. М., 1966. С. 66.

верным источникам, Эйнштейн упорно работал над ними по меньшей мере семь лет. Для него это были годы интенсивных поисков, сомнений и разочарования, огромного напряжения интеллектуальных сил и эмоций.

Считая, что в природе не существует ни абсолютного движения, ни абсолютного покоя — в начале XX в. эта точка зрения, надо сказать, была весьма распространенной среди молодых физиков, — Эйнштейн первоначально пытался изменить уравнения Максвелла, отказавшись от принципа постоянства скорости света (а тем самым и от «абсолютной» системы отсчета). Однако здесь его постигла неудача, и это, видимо, еще больше усилило его сомнения в том, что скорость света может зависеть от скорости движения наблюдателя. И хотя теоретические проблемы, поставленные нулевым результатом эксперимента Майкельсона, казалось бы, в дальнейшем были успешно разрешены Лоренцом, предложенные им гипотезы явно не удовлетворили Эйнштейна — интуитивно он чувствовал, что эти гипотезы не раскрывают физического аспекта проблемы. Поэтому он в который раз обратился к анализу эксперимента Майкельсона, пытаясь выявить здесь какие-то новые скрытые предпосылки. «В это время он часто находился в подавленном состоянии, иногда его охватывало отчаяние, но его направляли очень сильные векторы»¹².

Процесс созревания открытия, механизм которого еще пока не ясен в деталях, обычно связывают с вытеснением или сдвигом проблемы в фокус непосредственно не управляемого нашим символическим (вербальным) сознанием пространственно-образного мышления, когда в ходе длительных и безуспешных поисков ее решения возможности левополушарных аналитических стратегий и логических приемов оказываются исчерпанными. Этот сдвиг, видимо, мотивирован глубокими эмоциональными переживаниями исследователя, характерными для состояния фрустрации: он неотвязно размышляет над возникшей ситуацией, научной проблемой, в решение которой он полностью погружен и

¹² Вертгеймер М. Продуктивное мышление. М., 1987. С. 252.

которая представляется ему наполненной глубоким, имеющим фундаментальное значение смыслом. Видимо, такое эмоциональное состояние каким-то образом формирует соответствующий уровень «готовности» правого полушария к запуску своих мыслительных стратегий, поскольку пространственно-образное мышление в относительно большей мере управляется эмоциональной оценкой. Однако конкретная направленность мыслительных процессов правого полушария «навязывается» осознаваемой на уровне знаково-символического мышления проблемой. В результате происходит соответствующее переструктурирование репертуара пространственно-образного мышления, резко возрастает его активность, в том числе и его способность к образованию новых комбинаций перцептивных образов, представлений, символов, их более или менее случайных ассоциаций и т. п., к неосознанному использованию ресурсов памяти¹³.

Конечно, критическая ситуация в науке, наличие в этот период альтернативных, конкурирующих теорий и гипотез обычно расшатывают общепринятые профессиональные и дисциплинарные стандарты научности, порождая по крайней мере у некоторых ученых логически обоснованные, базирующиеся на аргументированной критике сомнения в адекватности тех или иных общепринятых концепций. Тем самым внутренняя логика развития теоретической науки, безусловно, содействует успешному созреванию будущего открытия. Примечательно, что сдвиг научной проблемы в сферу применения сознательно не контролируемых правополушарных мыслительных стратегий дополнительно укрепляет мысль исследователя, освобождая ее от тех ограничений, норм и стереотипов, которые жестоко регулируют сознательно управляемое знаково-символическое (логико-вербальное) мышление, — например, от давления таких критериев научности, как логическая непротиворечивость

¹³ См.: Вейн А. М., Молдовану И. В. Специфика межполушарного взаимодействия в процессах творчества. Принцип метафоры // Интуиция, логика, творчество. М., 1987. С. 57—58.

или эмпирическая проверяемость, от догматической приверженности к общепринятым научным теориям и гипотезам и т. д. В результате научная проблема уже может быть решена путем применения других, присущих только правополушарному пространственно-образному мышлению холистических стратегий, на основе других принципов организации контекстуальной связи¹⁴. Если такое решение действительно состоялось, то мгновенное осознание его внутреннего смысла, его мысленное понимание (инсайт) обычно приходит в самые неожиданные моменты, когда исследователь, например, засыпает или пробуждается, находясь в полусознательном, расслабленном состоянии, либо занимается каким-то посторонним делом¹⁵. Феномен инсайта или творческого озарения, видимо, наступает в тот момент, когда какие-то смысловые компоненты эмоционально очень важных и в то же время смутно осознаваемых перцептивных представлений (в воображаемом когнитивном пространстве) вербализуются и становятся тем самым доступными сознательно управляемой переработке информации¹⁶.

¹⁴ Впрочем, биологически весьма древний механизм творчества скорее всего неспецифичен для какой-то конкретной области знания — будь то садоводство, архитектура, наука, законодательство и т. д. Поэтому творческие личности демонстрируют неординарный подход также и к проблемам, лежащим за пределами их профессиональных интересов, хотя в этих случаях им обычно недостает компетенции, экспертных знаний, необходимых для получения конструктивных решений на профессиональном уровне. См.: Perkins D. N. Creativity and Quest for Mechanism // The Psychology of Human Thought. P. 331—332.

¹⁵ См.: Селье Г. От мечты к открытию. М., 1987. С. 63—72.

¹⁶ В этой связи весьма любопытны самонаблюдения Эйнштейна о ходе своего открытия специальной теории относительности, которыми он поделился в беседе с психологом М. Вертгеймером: «Эти мысли (речь шла об аксиомах его теории. — И. М.) возникли не в какой-то вербальной форме. Я вообще очень редко думаю словами. Приходит мысль, а потом я могу попытаться выразить ее словами» (цит. по: Вертгеймер М. Продуктивное мышление. С. 263).

Многочисленные исследователи творчества Эйнштейна сходятся во мнении, что отправным пунктом формирования специальной теории относительности, скорее всего, послужило понятие одновременности. В беседе со своим сокурсником, Якобом Эратом, Эйнштейн как-то рассказал, что «однажды утром, хорошо выспавшись, он сел в кровати и вдруг понял, что два события, которые для одного наблюдателя происходят одновременно, могут быть неодновременными для другого»¹⁷. Еще в шестнадцатилетнем возрасте Эйнштейн, по его собственному признанию, был озадачен парадоксом: как должен воспринимать световой луч наблюдатель, если он устремится за ним со скоростью света? Не будет ли тогда этот луч восприниматься как неподвижное, периодически изменяющееся в пространстве электромагнитное поле? Эйнштейну первоначально казалось интуитивно ясным, «что с точки зрения такого наблюдателя все должно совершаться по тем же законам, как и для наблюдателя, неподвижного относительно Земли»¹⁸. Но как, каким образом могла возникнуть у Эйнштейна сама идея о необходимости выделить два нетождественных смысла у понятия одновременности? Какая здесь была использована мыслительная стратегия, позволившая разрешить противоречие между фундаментальными законами физики (уравнения Максвелла) и результатом эксперимента Майкельсона? Эти и подобного рода вопросы, видимо, нельзя просто отбросить в сторону, если речь идет о поиске каузальных когнитивных моделей процессов научного творчества.

Разумеется, можно только предполагать, как в действительности мыслил Эйнштейн, так как прямых самоотчетов о бессознательных мыслительных актах нет и не может быть. Имеются лишь весьма немногочисленные косвенные свидетельства, позволяющие с какой-то степенью вероятности судить о некоторых когнитивных особенностях его научно-

¹⁷ Зелиг К. Альберт Эйнштейн. С. 68—69.

¹⁸ Эйнштейн А. Собр. науч. тр. М., 1967. Т. 4. С. 278.

го мышления, его индивидуального когнитивного стиля. В частности, обращает на себя внимание характерная для Эйнштейна перцептивная репрезентация научных знаний, визуализация теоретических понятий физики, непосредственная направленность его мыслительных актов на перцептивно конкретное, на оперирование вербально невыразимыми конкретными зрительными представлениями или образами¹⁹. В своих многочисленных мысленных экспериментах он широко использует разного рода визуальные представления, образы-метафоры, отождествляя их с физическими свойствами и событиями. Так, например, разные инерциальные системы отсчета он визуально мыслил в виде движущихся относительно друг друга наблюдателей, которые, таким образом, выступали у него как конкретные перцептивные репрезентации абстрактных признаков идеальных концептуальных объектов физической теории. (Как здесь не вспомнить его визуальный образ мальчика, бегущего за лучом света!)

На наш взгляд, есть достаточно веские основания предполагать, что субъективно неосознаваемая стратегия порождения нового знания, новой гипотезы в самых общих чертах сводится к мысленной генерации медиатора, «третьего в сравнении» — перцептивных представлений, символических образов, метафор, обладающих какими-то дополнительными семантическими ресурсами, которые позволяют установить новые смысловые отношения между имеющимися понятиями. В результате происходит реструктурирование смысловых отношений концептуальных объектов и возникает новое мысленное понимание изучаемой области, которое дает возможность решить оказавшиеся в поле зрения исследователя противоречия или иного рода про-

¹⁹ «На протяжении всех этих лет было ощущение направленности, непосредственного движения к чему-то конкретному... Несомненно, за этой направленностью всегда стоит что-то логическое; но у меня она присутствует в виде некоего зрительного образа» (цит. по: Вертгеймер М. Продуктивное мышление. С. 263--264).

блемы²⁰. С учетом этого можно, видимо, предположить, что противоречие между фундаментальными законами физики и нулевым результатом эксперимента Майкельсона требовало для своего конструктивного разрешения генерации какого-то нового визуального представления, выполняющего функцию медиатора²¹. И такой медиатор, хотя и неосознанно, Эйнштейну удалось успешно мысленно сконструировать благодаря главным образом особенностям его индивидуального когнитивного стиля.

Всякий раз, когда ему необходимо было мысленно представить смысл физического понятия «разные инерциальные системы отсчета», он обращался к своим визуальным репрезентациям наблюдателей. (Эти репрезентации, видимо, были связаны с какими-то личными переживаниями Эйнштейна и оставались для него эмоционально значимыми.) Обладая богатым пространственно-образным мышлением и воображением, он мог, например, мысленно помещать «наблюдателей» в удаленные друг от друга точки пространства, выявляя тем самым их свойство (смысл) находиться «в разных местах». Кроме того, визуальные образы наблюдателей, видимо, репрезентировали в когнитивном пространстве мышления Эйнштейна также и другое абстрактное физическое понятие — понятие одновременности. Ведь для

²⁰ Полезной аналогией, позволяющий в известной мере конкретизировать эти процессы, может служить логика «архаического» (М. Элиаде) или «мифологического» (К. Леви-Стросс) мышления, так как по своим когнитивным характеристикам (принципы организации контекстуальной связи, стратегия переработки информации и т. д.) филогенетически «первичное» мышление — это мышление преимущественно образное, правополушарное. Более подробно см. гл. «Архаическое мышление» в I ч. данного тома.

²¹ К сожалению, современные когнитивные модели творческого процесса в большей мере ориентированы на анализ преимущественно пропозициональных форм репрезентации знаний, очень удобных для определенных целей, в частности для манипулирования в виде структур компьютерных данных. См., например: *Findlay C. S., Lumsden C. J. Creative Mind. London, 1988.*

него как профессионального физика это понятие имело реальный смысл только в том случае, если одновременность двух событий могла быть зафиксирована наблюдателем. Но поскольку образы наблюдателей могут быть мысленно, визуально перемещены в «разные места», то, следовательно, разные «наблюдатели» тогда будут репрезентировать «разные одновременности». В итоге как точка пересечения, как «узел связи» двух «смыслов», двух научных понятий, релевантных «наблюдателям», возникает принципиально новый «смысл», новая идея — одновременность относительна! Тем самым Эйнштейну удалось, наконец, найти отправную гипотезу, логически непротиворечиво согласующуюся как с инвариантностью уравнений Максвелла, так и с нулевым результатом эксперимента Майкельсона, которая позволила ему в перспективе разработать новую целостную концепцию — специальную теорию относительности.

Итак, у исследователя возникает принципиально новая идея. Отталкиваясь от нее, он шаг за шагом создает целостную теоретическую систему, по ходу дела постепенно пересматривая традиционные, детально разработанные концептуальные системы, с которыми согласовывалось, хотя и неизбежно, значительное число фактов. Однако вопрос о том, состоялось ли действительно научное открытие, остается без ответа до тех пор, пока конечный результат индивидуального творчества не будет убедительно вписан в логику развития научного знания, пока знание непосредственно личностное, индивидуальное, не превратится в коллективное знание научного сообщества. А это предполагает не только сознательное использование исследователем при изложении своей теории определенных методов построения и развертывания, но и ее теоретическое и эмпирическое обоснование в соответствии с общепринятыми на данном историческом этапе стандартами научности. В ряде случаев (имеются в виду прежде всего периоды кризисов фундаментальных теоретических концепций) этого оказывается недостаточно, и тогда проблема обоснования сдвигается на другой уровень — происходит отбор соответствующих ав-

торитетных философских идей, представлений и их явное или неявное включение в структуру научной теории в качестве «метафизической» компоненты.

В этой связи несомненный интерес представляет вопрос о влиянии эпистемологических взглядов Э. Маха на формирование специальной теории относительности. Известно, какое значение Эйнштейн придавал философскому осмыслению оснований физических теорий — вводная часть его первой новаторской статьи по электродинамике движущихся тел фактически полностью посвящена эпистемологическому анализу природы пространства и времени. Детальное исследование этой статьи историками науки, в частности, показало, что влияние установок Маха здесь, главным образом, проявляется в двух отношениях: «во-первых, с самого начала своей статьи по теории относительности Эйнштейн настаивает на том, что фундаментальные проблемы физики не могут быть поняты, пока не проведен гносеологический анализ смысла понятий пространства и времени; во-вторых, Эйнштейн идентифицирует реальность с тем, что дается ощущениями, с «событиями»²².

Предпосылки сенсуалистской и инструменталистской позиции Эйнштейна становятся понятными, если учесть, что после завершения работы над основными идеями специальной теории относительности весной 1905 г. проблема ее экспериментального обоснования оказалась для него по сути дела центральной. Как известно, первый вариант статьи, посвященной электродинамике движущихся тел, Эйнштейн сначала послал в качестве диссертации в Цюрих, «но там соискание отклонили, усмотрев в его работе крайне неуважительное отношение к авторитетам»²³. Отношение ученых к идеям специальной теории относительности могло, однако, существенно измениться в связи с открытием Пуанкаре симметричности преобразований Лоренца. Это открытие, поставив под сомнение эмпирическое содержание теории Лоренца, серьезно ослабило позиции возможных

²² Холтон Дж. Тематический анализ науки. М., 1981. С. 79.

оппонентов Эйнштейна, так как оказалось, что экспериментально измерить «абсолютное» движение и «сокращение» тел в принципе невозможно. В этих условиях, учитывая, что каких-либо сепаратных экспериментальных данных в пользу специальной теории относительности в 1905 г. еще не было, апелляция Эйнштейна к данным ощущений, к «событиям» позволяла обосновать отказ от гипотезы эфира *исключительно по эпистемологическим основаниям* — ведь действительно никаких перцептивных, чувственно-эмпирических данных в пользу существования этой субстанции не было и просто не могло быть.

Есть также еще одно важное обстоятельство, связанное с экспериментальным обоснованием специальной теории относительности, которое могло подтолкнуть Эйнштейна на поиск внешней, сугубо эпистемологической поддержки своей концепции. Историки науки обратили внимание на такой любопытный факт: в 1905 г. Эйнштейн, видимо, сознательно избегал сравнения предсказаний своей теории по поводу поперечной массы электрона с соответствующими экспериментальными данными, полученными Кауфманом в 1901—1903 гг.²³ Конечно, как и многие другие физики, он не мог не знать об их несовпадении. (Позднее оказалось, что эти экспериментальные данные были неточными.) Только в 1906 г. Эйнштейн предлагает новый эксперимент (с катодными лучами), позволяющий, как он надеялся, сделать выбор между его теорией и теорией Лоренца, с одной стороны, и электромагнитной теорией Абрагама — с другой.

Таким образом, позитивная роль эпистемологических идей Э. Маха вовсе не сводится, как обычно думают, только к критической переоценке классической физики, к критике ньютоновских понятий абсолютного пространства, времени и т. д. Выбор Эйнштейном именно этих идей из богатого репертуара философских представлений своего времени диктовался *исключительно внутренними проблемами его*

собственной теории. До определенного пункта эти идеи, в значительной мере независимо от их собственной философской ценности, действительно способствовали поступательному развитию научного знания, обеспечив на первых порах специальной теории относительности (в условиях временно неблагоприятных для нее экспериментальных данных и конкуренции с теориями Лоренца и Абрагама) авторитетное (связанное с именем Маха) «метафизическое» обоснование. Только после создания общей теории относительности Эйнштейн полностью пересматривает свои ранние эпистемологические взгляды, которые уже не отвечали новому этапу революции в физике.

В свете вышеизложенного творческий успех исследователей в создании новых научных гипотез оказывается весьма сложным когнитивным феноменом, зависящим от комплекса взаимосвязанных факторов, действующих как единое целое. В ходе творческих поисков интеллектуальные потенции и личностные качества ученого организуются и направляются его экспертными знаниями, эвристиками, планами, ценностями и, кроме того, теми научными проблемами, которые ранее не удалось решить его предшественникам и коллегам. Конечно, без полного и точного знания проблем, поставленных на повестку дня внутренней логикой развития науки, и их профессионального анализа невозможно появления научных открытий. Но успешная инициатива предполагает также и наличие определенных корреляций между индивидуальным когнитивным стилем первооткрывателей, спецификой решаемых ими проблем и способностями их пространственно-образного мышления (которое непосредственно не контролируется нашим символическим сознанием) генерировать творческие акты. Таким образом, связь между логикой развития науки и индивидуальным творчеством ученого носит куда более «интимный» характер, чем это допускалось «рациональными» моделями роста науки второй половины XX в.

²³ Зелиг К. Альберт Эйнштейн. С. 66.

²⁴ См.: Miller A. Albert Einstein's Special Theory of Relativity. P. 124.

Глава IV

НАУЧНАЯ ТЕОРИЯ

В современной литературе по эпистемологии, а также в философии, методологии и логике науки термин «теория» используется для обозначения различных, хотя и близких по смыслу понятий. Нередко теорию рассматривают как форму рационального (или теоретического) знания (к которой относят также гипотезы, теоретические модели, теоретические высказывания и т. д.), противопоставляя ее эмпирическому и экспериментальному знанию. Теорию определяют также и как целостную систему абстрактных объектов, репрезентирующих существенные связи исследуемой реальности¹. Не умаляя очевидной пользы этих определений, мы будем подразумевать под теорией *концептуальную систему научных знаний, организованную (упорядоченную) с помощью специальных методов построения*. Концептуальная структура теории может включать в себя комплексы взаимосвязанных аксиом, гипотез разной степени общности, экспериментальных законов, методов доказательства и т. п. Научная теория определяется также специфическими функциями, которые она выполняет в развитии научного познания.

Как это нетрудно заметить, характеристика теорий как организованных с помощью методов построения концепту-

альных систем не позволяет провести абсолютный водораздел между научными теориями, с одной стороны, и теоретическими концепциями, репрезентирующими лежащие за пределами научных знаний виды культурной информации, — с другой. Конечно, мы вряд ли столкнемся с трудностями демаркации, если будем сопоставлять теории формальных наук (математики и логики) или математической физики, концептуальные структуры которых жестко упорядочены. Однако в социологии, истории, археологии, культурной антропологии, литературоведении и многих других гуманитарных научных дисциплинах роль специальных методов построения в организации концептуальных систем существенно варьируется, а критерии их оптимизации могут сводиться лишь к общему для всех такого рода систем мета-теоретическому стандарту логической непротиворечивости. В этих дисциплинах исходные и вспомогательные гипотезы во многих случаях явно не формулируются, а получаемые из них выводы опираются не только на законы логики, но иногда и на рассуждения по аналогии (или даже на метафоры). В то же время в системной организации, логической правильности и последовательности выводов не откажешь многим теологическим доктринам или спекулятивно-философским учениям. Вопрос о демаркации между такого рода теоретическими концепциями и научными теориями, конечно, не только упирается в технические трудности, связанные с изобретением соответствующих определений, но и коренится также в исторически относительном характере границ между научным знанием и другими видами культурной информации. Какое бы определение мы ни выбрали, ориентируясь на тот или иной эволюционный уровень науки, мы все равно не могли бы охватить им все исторические состояния, типы и области такого эволюционирующего сложного феномена культуры, каковым является научное знание.

Аналогичным образом дело обстоит и с определением понятия *научной* теории. Если мы, например, определим ее через связь с экспериментом, техникой, технологией и про-

¹ О понятии теории см., например: Рузавин Г. И. Научная теория. М., 1978; Рузавин Г. И. Методология научного исследования. М., 1999; Степин В. С. Теоретическое знание. М., 2000.

изводством, что было бы правильно по отношению к многим современным естественнонаучным теориям, то, например, все теории формальных наук (математики и логики), а также теоретические концепции, относящиеся к раннему этапу развития науки Нового времени, оказались бы за пределами нашего определения. К тому же необходимо учитывать, что многие социогуманитарные дисциплины, такие как, например, история, археология, этнография и т. д., в силу особенностей своего предмета исследования пока что непосредственно не применяют экспериментальный метод, используя совершенно иные средства для эмпирической проверки правильности своих теоретических построений. Их теории, гипотезы и другого рода обобщения в принципе не могут служить основой для создания новых видов техники, разработки новых методов управления производством и т. д., хотя вклад этих дисциплин в развитие культуры не подлежит никакому сомнению. Это, однако, не означает, что социогуманитарные дисциплины для обоснования своих гипотез не могут привлекать данные, полученные с помощью точных экспериментальных методов естественных наук и математических моделей. Так, например, изучение мумифицированных останков с помощью методов современной медицинской диагностики позволяют историкам и археологам сделать достаточно точный вывод о том, была ли смерть конкретного исторического персонажа, например древнеегипетского фараона, естественной или насильственной.

Заслуживает также внимания и вопрос об эпистемологическом статусе научных теорий. Поскольку в структуру теоретических систем эмпирической науки обязательно входят гипотезы различной степени общности, экспериментальные законы, теоретические модели и т. д., которые носят предположительный и вероятный характер, то, естественно, об абсолютной достоверности теоретических выводов не может быть и речи. К тому же здесь следует принять во внимание также и то обстоятельство, что дедуктивные средства науки, т. е. методы, обеспечивающие получение одних науч-

ных утверждений из других, не сводятся к правилам логического следования. В качестве таких средств широко используются математические формализмы, которые в математизированных дисциплинах одновременно выступают и как инструмент порождения новых научных понятий и концептуальных систем. Кроме того, любые формы специально-научных обобщений — теории, гипотезы, экспериментальные законы, разного рода модели и т. д. — также применяются в качестве методов доказательства теоретических положений. Эти методы носят специально-научный характер, и об их надежности можно судить только по результатам их эмпирических (экспериментальных) проверок. В силу вышеизложенного научную теорию нельзя определить как форму достоверного знания.

Формирование теорий как сложноорганизованных концептуальных систем предполагает довольно развитый уровень научной дисциплины: наличие в ней значительного числа изолированных друг от друга гипотез, выявление и использование дедуктивных средств вывода следствий из гипотез, разработку метода построения теории и т. д. Лишь при этих условиях возникает необходимость в когнитивной экономии на концептуальном уровне. Эта экономия обеспечивается за счет создания единой концептуальной системы, которая аккумулирует понятийную информацию, содержащуюся в отдельных изолированных гипотезах, она ведет к минимизации числа исходных допущений этой системы, к ее реконструкции в форме теории с помощью метода построения. Первая научная теория возникла в древнегреческой математике в III в. до Р. Х., когда Евклиду удалось интегрировать разрозненные гипотезы элементарной геометрии в единую концептуальную систему, построенную с помощью *аксиоматического метода*. Основные принципы этого метода были разработаны задолго до Евклида еще в IV в. до Р. Х. Аристотелем, который впервые применил его для построения своей теории ассерторической силлогистики. В качестве исходных аксиом этой теории выступали «совершенные» силлогизмы по первой фигуре, а в качестве теорем — силло-

гизмы по второй и третьей фигурам. Аристотель также внес огромный вклад в формулирование формальных правил вывода логических следствий, обеспечивающих трансляцию свойства истинности от посылок к заключениям.

Конечно, далеко не случайно аксиоматический метод построения научных теорий первоначально нашел применение именно в логике и математике (геометрии). В силу своей когнитивной природы, как идеальные структуры знаково-символического (логико-вербального) мышления, формализмы этих дисциплин не могли быть проверены эмпирически с помощью наблюдений и повседневного перцептивного опыта. Правда, в евклидовой геометрии, наряду с силлогистическими доказательствами, широко использовались чертежи и методы построения, которые предполагали проведение операций с линейкой и циркулем. Однако визуальные преобразования в воображаемом математическом пространстве, позволяющие перцептивно удостовериться в правильности математических (геометрических) доказательств (в том числе и силлогистического типа), оставались лишь мысленными экспериментами, и с их помощью адекватность логических и математических формализмов как-то структурам внешней, физической реальности эмпирически не могла быть установлена. Поэтому именно в формальных науках впервые возникает необходимость в переструктурировании и оптимизации концептуальных систем с использованием *метатеоретических* критериев, специфичных для аксиоматического метода. Этот метод позволял представить все содержательные утверждения научных теорий как следствия некоторого множества исходных предпосылок — аксиом — и исключить появление логических противоречий между аксиомами и их следствиями.

В эмпирических науках, прежде всего в физике, формирование сложноорганизованных концептуальных систем в форме научных теорий происходит значительно позже, чем в математике (если, конечно, не учитывать ранние, сугубо качественные модели). Физические (механические) гипотезы необходимо было сформулировать на языке математи-

ческих формализмов, а это требовало разработки соответствующих областей математики. Кроме того, выдвижение и отбор изолированных физических гипотез, подлежащих обобщению и интеграции в научных теориях, должны были осуществляться с учетом их экспериментальных проверок. Однако экспериментальный метод в силу многих причин получил развитие только в XVII—XVIII вв. В работах Г. Галилея можно обнаружить яркие образцы применения гипотетико-дедуктивного метода, обеспечивающего логико-математическое выведение из абстрактных гипотез следствий в виде гипотез менее абстрактных, допускающих экспериментальную проверку. Видимо, широкое использование гипотетико-дедуктивного метода характерно для этапа формирования в зарождающейся эмпирической науке экспериментально проверяемых изолированных гипотез. Этот этап предваряет появление сложноорганизованных концептуальных систем, переструктурированных в форме научных теорий.

В ходе создания первой естественнонаучной теории — классической механики — И. Ньютон воспользовался общепринятым в его время аксиоматическим методом построения евклидовой геометрии, адаптировав его к особенностям концептуальных систем эмпирических наук. Новый математический формализм позволил сформулировать три основных закона движения на языке математики, которая тем самым стала выполнять новую для себя роль «грамматики», порождающей концептуальную структуру теории эмпирической науки. Поскольку, в отличие от аксиом формальных наук, исходные положения естественнонаучных теорий допускают хотя бы косвенную экспериментальную (эмпирическую) проверку своих следствий и обладают независимой от математического формализма специально-научной интерпретацией, то такие теории впоследствии получили название *гипотетико-дедуктивных теорий*. Ньютонская механика первоначально испытывала известные трудности с экспериментальным подтверждением своих исходных предположений, поэтому Ньютон отказался от ис-

пользования термина «гипотеза» и стал рассматривать фундаментальные допущения своей теории как «правила философствования», апеллируя к методу индукции, который, по его мнению, единственный мог обеспечить получение достоверных исходных истин.

Одной из важнейших предпосылок появления научных теорий в естествознании Нового времени было развитие техники и технологий, которое открыло новые возможности для экспериментальной проверки теоретических систем знания. С эпохи позднего Средневековья постепенно формируется принципиально новое, совершенно чуждое античному мировосприятию отношение людей к изучаемым природным явлениям, допуская создание искусственных, «идеальных» условий для проведения научного эксперимента с целью выяснения, как может действовать природа в соответствии с ее внутренними потенциями. В науке Нового времени судьба научных теорий оказывается в прямой зависимости от того, можно ли сконструировать для их проверки соответствующие экспериментальные установки, допускает ли эту возможность существующий уровень техники и экспериментального искусства². А это, в свою очередь,

² В противном случае научная теория может оказаться в такой же незавидной ситуации, как и выдвинутая в 1815 г. английским врачом Праутом гипотеза, утверждавшая, что атомные веса всех «чистых» элементов представляют собой целые числа. Экспериментально эта гипотеза подтвердилась только спустя столетие, т. е. тогда, когда она уже была основательно забыта. Праут, по словам историка химии Э. Штекера, «высказал точку зрения, что водород является протоматерией всех веществ и что многообразие элементов может быть объяснено на основе различных способов конденсации водорода. Праут оспаривал, таким образом, основное качественное различие дальтоновских атомов, так же как и их неизменяемость и неделимость. Появление гипотезы Праута относится к замечательнейшим событиям истории химии. Редко какая идея дала столь сильный толчок к оживленному и принципиальному обсуждению среди ученых, которая была бы так недостаточно обоснована, как указанная, и едва ли еще когда-либо такое недостаточно подтвержденное предпо-

решительным образом повлияло на разработку новых методов построения научных теорий. Благодаря изобретению новых математических теорий, обеспечивающих генерацию научных понятий и концептуальных систем, ученые-естествоиспытатели все чаще были вынуждены прибегать к услугам математических формализмов, позволяющих выявить потенциально содержащуюся в концептуальных объектах информацию, вывести и вычислить параметры и величины, которые в принципе могут быть подвергнуты экспериментальной проверкам. Они постепенно осознают все увеличивающуюся когнитивную значимость *косвенной* экспериментальной проверки научных теорий, предполагающей вывод эмпирически верифицируемых величин с помощью цепей математических преобразований.

Итак, научная теория представляет собой концептуальную систему, организованную с помощью специальных методов построения. Само по себе применение этих методов непосредственно не дает прироста специально-научной информации. Но они позволяют определенным образом упорядочить вербально и невербально генерируемые смысловые связи между понятиями, образующими концептуальные системы теоретической науки, которым, как и иным идеальным структурам нашего знаково-символического (логико-вербального) мышления (в том числе и таким простейшим, как миф, повествование или рассказ), присущи свои, особые, законы организации, развертывания и развития. В силу идеальной природы концептуальных систем (как результата «вторичного», вербального кодирования мысли) метатеоретические критерии их оптимальности, а соответственно и методы построения научных теорий не

ложение, как гипотеза Праута, несмотря на последовавшую в конце концов и притом обоснованную отставку, после добрых ста лет забвения все же получило неожиданную реабилитацию в результате достижений современной атомной физики» (Штекер Э. Атомистическое обоснование химии и ее развитие как системной науки // Философские проблемы современной химии. М., 1971. С. 60–61).

имеют и *в принципе не могут иметь* перцептивно репрезентируемых «прототипов» или аналогов в структурах окружающей среды, структурах природной или социальной действительности. Поэтому их нельзя рассматривать, как это характерно для эпистемологической позиции наивного реализма, в качестве репродукции или «отражения» каких-то «естественных способов организации» реальных объектов окружающего мира.

Надо сказать, что отождествление «сущностей» идеальных объектов и структур научных теорий, с одной стороны, и «сущностей» реальных объектов, структур и процессов окружающего мира (или психических состояний людей), с другой, вызывает непреодолимые трудности в тех случаях, когда пытаются вразумительно объяснить многочисленные исторические факты, касающиеся длительного господства в отдельных областях науки осмысленных «ложных» теорий, которым «ничего» не соответствует и не «отвечает» в действительности. В научном познании такие теории нередко выступают в качестве весьма эффективной основы для проведения дальнейших исследований, они оказываются необходимой предпосылкой разработки «истинных» теорий. Удивительно, но Кеплер в ходе своих вычислений, которые привели его к открытию второго закона, опирался на совершенно ошибочные положения теории «импетуса», касающиеся зависимости скорости от расстояния. Другим ярким примером здесь могут служить астрономические теории Аристотеля и Птолемея, а также теория Бора—Краммерса—Слейтора, которые представляют сейчас лишь исторический интерес.

Значительное многообразие методов построения научных теорий обуславливается множеством факторов — эволюционно меняющимся характером норм и стандартов научности, конкретно-историческими возможностями проверки концептуальных систем научного знания, их многоуровневостью, развитием математических дисциплин, степенью абстрактности и спецификой идеальных концептуальных объектов теории, типом связи теорий с техникой, техноло-

гией и другими формами «социальной жизни» науки. Если, скажем, дедуктивно-аксиоматический и гипотетико-дедуктивный методы используются главным образом для построения математических теорий и абстрактных теорий математической физики, то в прикладных дисциплинах с учетом специфики их теоретических объектов используются генетически-конструктивный, исторический и иные методы. Однако, исходя из особенностей прикладных и теоретических наук, конечно же, нельзя объяснить все многообразие методов построения научных теорий и концептуальных моделей. В отдельных теоретических дисциплинах — и даже в одной и той же дисциплине — также можно зафиксировать определенную дифференциацию методов построения теорий, которая соответствует исторически сложившимся нормам и стандартам научности.

С эпистемологической точки зрения методы построения теорий, видимо, можно рассматривать как эволюционирующие в ходе развития научных дисциплин способы оптимизации проверочных свойств концептуальных систем. Эта оптимизация может достигаться как за счет применения иконических моделей, графиков, чертежей и т. д., позволяющих выявить содержащуюся в научных понятиях «скрытую» концептуальную информацию и даже «перцептивно» убедиться в правильности мысленных экспериментов и доказательств, так и с помощью математических и логических формализмов, обеспечивающих выведение следствий и экспериментально проверяемых величин. В обоих случаях благодаря специально-научной интерпретации математических формализмов (и получаемых из них следствий), схем, графиков и т. п. происходит порождение новых понятий и концептуальных систем, расширение и обогащение универсума «смыслов», что, в свою очередь, открывает новые возможности для проверки теории как единой концептуальной системы, в том числе и на наличие в ней внутренних логических противоречий. *Внутренняя непротиворечивость теорий является их единственным универсальным формальным критерием правильности, который имеет силу для всех наук*

ных теорий как организованных концептуальных систем независимо от области применения. Из противоречивых теорий могут быть выведены любые следствия. Поэтому они могут приниматься только временно в качестве рабочих гипотез при том условии, если в них имеются непротиворечивые фрагменты. Но выявленное в теории противоречие побуждает к дальнейшим исследованиям, к поиску лучшей теории. В научном познании стремление ученых устранить обнаруженные антиномии, парадоксы или логические противоречия всегда служило мощным стимулом к его дальнейшему развитию.

Метод построения теории может также способствовать улучшению ее свойства эмпирической (экспериментальной) проверяемости, обеспечивая получение на «выходе» таких утверждений (следствий), параметров, величин и т. п., которые в принципе сопоставимы с результатами соответствующих экспериментов. С другой стороны, если эмпирическая проверка теории по каким-либо причинам невозможна (например, если это математическая или логическая теория, либо абстрактная теория математической физики, проверка которой требует многих посредствующих звеньев в виде частных теорий, специальных моделей и гипотез), то метод построения этой теории может предусматривать исключительно формальную, метатеоретическую проверку, которая проводится с помощью специализированных критериев оптимальности формально построенных концептуальных систем.

Характерным примером в этом отношении может служить дедуктивно-аксиоматический метод построения математических теорий, который позволяет максимально точно представить их исходные посылки (аксиомы) и правила преобразования, логико-математические средства вывода. Реконструированная в такой форме формализованная концептуальная система должна удовлетворять некоторым метатеоретическим критериям и прежде всего требованиям непротиворечивости и независимости исходных аксиом. В ряде специальных случаев эти требования дополняются

условиями полноты и разрешимости. В современной литературе по методологии дедуктивных наук проводится определенная дифференциация аксиоматического метода построения теорий. Выделяют, в частности, формальные аксиоматические теории, т. е. теории со стандартной формализацией, логическим базисом которых служат исчисление предикатов первого порядка и неформальные аксиоматические теории. В последнем случае аксиомы обычно не формулируются в виде формул, а правила преобразования не фиксируются, а предполагаются известными.

Надо сказать, что, в особенности по отношению к неформальным аксиоматическим теориям — а таковыми является подавляющее большинство математических теорий, — представляются совершенно несостоятельными какие-либо аргументы, имеющие целью доказать познавательную бесплодность аксиоматизации вообще. При этом, как правило, упускают из виду, что развертывание потенциальных «смыслов» теории, выявление содержащейся в ее понятиях и концептуальных структурах «скрытой» информации является необходимым условием развития научного знания. Аксиоматический метод в этом отношении не составляет исключения, о чем свидетельствует хотя бы тот факт, что исходным пунктом формирования новых ответвлений в теории множеств, алгебре и топологии послужило доказательство независимости аксиомы выбора и континуум-гипотезы в системе Цермело—Френкеля. Другим ярким примером может служить история возникновения геометрии Лобачевского после многих безуспешных попыток доказать аксиому Евклида о параллельных.

В более общем плане это означает, что методы построения теорий нельзя противопоставлять тем методам научного познания, которые непосредственно обеспечивают получение новой концептуальной информации о структурах реальной действительности, — гипотезам, математическим формализмам, аналогиям и т. д. К тому же специализированные критерии оптимальности неформальных аксиоматических теорий математики вовсе не исключают опреде-

ленной гибкости их концептуальных систем. Эти системы, в частности, могут быть пополнены какими-то дополнительными предположениями, что позволяет получить более частные теории. Так, например, к аксиомам общей теории групп можно присоединить дополнительные предположения о коммутативности, условие конечности групп и т. д. Характерное для современного этапа развития математики построение аксиоматических теорий, формализующих сразу несколько теорий, также имеет большое эвристическое значение для последних, поскольку при этом открываются новые возможности их дальнейшего расширения и обогащения.

Наиболее близким по своей структуре к дедуктивно-аксиоматическому методу является гипотетико-дедуктивный метод, который находит свое применение главным образом в математической физике. С определенной точки зрения его можно рассматривать как расширение неформального аксиоматического метода математики, поскольку в структуру гипотетико-дедуктивных теорий обычно включают наряду с семантической моделью также и эмпирическую интерпретацию. Разумеется, здесь имеют место различия и другого порядка. В гипотетико-дедуктивных теориях в качестве исходных гипотез (и методов доказательства) выступают не только какие-то логико-математические аксиомы и правила, но и допущения специально-научного характера — утверждения о законах, гипотезы и т. д., — которые описывают поведение соответствующих идеализированных систем. Поэтому связь между исходными предположениями и производными утверждениями теории в этом случае, конечно, нельзя сводить к отношениям логической и математической дедукции.

Обычно в структуре гипотетико-дедуктивных теорий выделяют три группы гипотез: 1) логико-математические гипотезы, конституирующие формальный аппарат теории; 2) семантические гипотезы, намечающие общие контуры модели теории; 3) гипотезы, выражающие наиболее важные специально-научные идеи теории. Именно последняя груп-

па предположений специфицирует конкретную научную теорию, позволяет отличить ее от других теорий. Кроме этих допущений, в процессе построения научной теории нередко принимаются какие-то дополнительные специально-научные гипотезы, которые носят менее «фундаментальный» характер. Некоторые из этих гипотез, будучи присоединенными к группе первоначальных предположений исходной теоретической структуры, могут специфицировать какую-то частную теорию или концептуальную модель, имеющую, как правило, непосредственное отношение лишь к сравнительно узкому классу явлений или конкретным системам.

Отличительная черта главных допущений теории состоит прежде всего в том, что они не могут быть непосредственно сопоставлены с результатами экспериментов и наблюдений. Поэтому проверка такой системы высокоабстрактных гипотез, лежащих в основе исходной теоретической структуры, всегда сопряжена со значительными трудностями. Она обязательно требует промежуточных звеньев в виде гипотез (теорий) «среднего» уровня, которые могут быть «состыкованы» с исходной теоретической структурой с помощью специальных допущений. Эти гипотезы выполняют двоякую функцию: с одной стороны, они обеспечивают возможность предсказания новых экспериментальных законов и данных, а с другой — интерпретируют и объясняют уже известные экспериментальные законы и данные³.

Любая развитая гипотетико-дедуктивная теория в конечном итоге всегда опирается на комплекс эмпирических данных и экспериментальных законов. В качестве примера последних можно указать на закон электромагнитной ин-

³ Так, например, в теории Бора теоретическое понятие перехода атома из одного стационарного состояния в другое связывается с экспериментальным понятием волнового числа ν с помощью допущения: $\nu = E_m - E_n / \hbar$, где ν — частота испускаемого или поглощаемого излучения, E_m и E_n — энергии соответствующих стационарных состояний, а \hbar — постоянная Планка. (При этом волновое число получается из соотношения: $\nu = v/c$, где c — скорость света в вакууме.)

дукции и закон Ленца в теории электромагнитного поля Максвелла, обобщенную формулу Балмера в теории Бора и т. д. Необходимо, однако, учитывать, что одним и тем же результатом экспериментов и экспериментальным законам могут быть даны альтернативные интерпретации на основе различных «объяснительных» теорий. В этом смысле ни одна теоретическая интерпретация экспериментальных законов не является строгой и окончательной. Эта закономерность наиболее отчетливо проявляется в тех случаях, когда в какой-то области науки сосуществуют несколько конкурирующих теорий. Тогда один и тот же закон (или результат эксперимента) может быть обоснован (выведен в качестве следствия) различными теориями.

В структуре гипотетико-дедуктивных теорий, кроме разного рода гипотез и экспериментальных законов, принято выделять и другие весьма важные компоненты — аналогии, иконические и концептуальные модели, а также определения (конвенции). При этом следует подчеркнуть, что признание познавательной значимости конвенций само по себе еще не является какой-то уступкой конвенционализму, если их когнитивная функция ограничивается отношениями внутри теорий как организованных концептуальных систем. Именно в этом заключается их главное отличие от гипотез, хотя граница здесь, конечно, весьма условна, относительна. С другой стороны, понятно, что в рамках замкнутой концептуальной структуры теорий определения, конечно же, не носят абсолютно произвольного характера: введение новых понятий всегда преследует какие-то эвристические, концептуальные или формальные соображения.

Таким образом, гипотетико-дедуктивные теории в широком смысле представляют собой довольно сложную систему знания, предполагающую наличие эмпирической интерпретации исходной теоретической структуры. Кроме того, здесь также имеется комплекс семантических моделей, которые позволяют приписывать теоретическим терминам (посредством соответствующих референтных правил) некоторый внеэмпирический специально-научный «смысл».

При этом, очевидно, нет никакой необходимости в том, чтобы исходная теоретическая структура аксиоматически формулировалась исключительно в терминах языка первого порядка, что было одним из канонических требований сторонников стандартной гипотетико-дедуктивной модели теорий⁴.

Следует, однако, подчеркнуть, что в структуре гипотетико-дедуктивной теории (если последнюю понимать в узком смысле как исходную теоретическую структуру) может вообще отсутствовать эмпирическая интерпретация. В этом нетрудно убедиться на примере таких теорий математической физики, как классическая теория гравитации или теория электрических цепей. Это, тем не менее, не означает,

⁴ Сторонники стандартной гипотетико-дедуктивной модели теорий исходили из допущения, что научные теории в структурном отношении подобны интерпретированным исчислениям или содержательным аксиоматическим теориям. Это предполагало такую реконструкцию естественнонаучной теории, чтобы, грубо говоря, все ее утверждения были бы логически выводимыми следствиями некоторого множества первоначальных предположений (гипотез). Если такая реконструкция оказывается практически осуществимой, то такая теория может быть сформулирована аксиоматически, желательно на языке первопорядковой логики, а ее логическая структура будет определяться следующими тремя основными компонентами: 1) синтаксическим исчислением; 2) эмпирической интерпретацией; 3) семантической интерпретацией (или моделью теории). При этом предполагалось, что любая научная теория должна иметь только частичную семантическую интерпретацию. Так, в частности, языку наблюдения L_0 необходимо было давать семантическую интерпретацию, которая удовлетворяла бы следующим условиям: 1) область интерпретации состоит из конкретных наблюдаемых событий; отношения и свойства интерпретации должны быть непосредственно наблюдаемыми; 2) каждое значение какой-либо переменной в L_0 должно обозначаться соответствующими выражениями в L_0 . Полный язык L не может иметь какую-то иную семантическую интерпретацию, чем L_0 . Более подробно о стандартной гипотетико-дедуктивной модели теорий см., например: *Surpe F. The Structure of Scientific Theories*. London, 1974. P. 50—51; *Меркулов И. П.* Гипотетико-дедуктивная модель и развитие научного знания. М., 1980. С. 7—15.

что вышеуказанные теории не имеют никакого физического «смысла». Ведь «смысл» теории нельзя отождествлять с прямой эмпирической интерпретацией ее теорем (следствий). В случае абстрактных гипотетико-дедуктивных теорий, по-видимому, можно говорить только о косвенной эмпирической интерпретации, которая осуществляется путем «подключения» к ним с помощью дополнительных гипотез каких-то специальных теорий, имеющих прямую эмпирическую интерпретацию. В результате появляется возможность экспериментальной проверки даже наиболее общих и абстрактных теорий математической физики. Характерным примером здесь может служить теория электрических цепей Кирхгофа — Гельмгольца, которая требует для своей экспериментальной проверки ряд гипотез, заимствованных из электродинамики. Таким образом, в качестве устойчивого признака гипотетико-дедуктивных теорий, отличающего их от неформальных аксиоматических теорий математики, по-видимому, следует рассматривать только то, что в набор исходных допущений здесь обязательно включаются специально-научные гипотезы (утверждения о законах).

Одно из основных преимуществ гипотетико-дедуктивного метода состоит прежде всего в том, что он позволяет явно зафиксировать фундаментальные предположения теории. А это, в свою очередь, создает благоприятные условия для их коррекции и критики, способствует выявлению слабых пунктов теории и открывает возможности наметить какие-то перспективные варианты ее дальнейшей модификации и развития. Аксиоматизация, хотя бы частичная, позволяет получить новые теоремы, а следовательно, и новые приложения теории, она помогает выявить скрытые противоречия и парадоксы в теории и т. д.

Представленная в гипотетико-дедуктивной форме теоретическая система, разумеется, не будет полной в том смысле, что присоединение к ней какого-либо нового предположения обязательно повлечет за собой противоречивость всей системы. Можно даже утверждать, что такая система будет принципиально пополнимой, что открывает опреде-

ленные возможности расширения и конкретизации гипотетико-дедуктивных теорий за счет дополнительных гипотез, а также позволяет получить какие-то частные теории, теоретические модели экспериментальных установок и т. п. Таким образом, гипотетико-дедуктивный метод вовсе не исключает, а скорее предполагает изменение структуры теорий, в известной мере он даже указывает путь к новым теориям и приложениям.

Итак, характерные для гипотетико-дедуктивного метода построения (содержательной аксиоматики) метатеоретические специализированные критерии оптимальности получают свое естественное объяснение, если принять во внимание тот немаловажный факт, что вопрос об адекватности соответствующих абстрактных теорий математической физики в принципе не может быть решен непосредственно с помощью экспериментов, а лишь косвенным образом через частные теории и вспомогательные гипотезы. Но, отсюда, однако, напрашивается вывод, что в случае менее абстрактных или частных теорий или теорий, не использующих язык математики, в зависимости от специфики их концептуальных систем предпочтение может быть отдано другим методам построения. Можно даже утверждать, что в рамках иерархически организованного комплекса взаимосвязанных теорий различной степени абстрактности методы построения концептуальных систем должны варьироваться при переходе от более абстрактных теорий к более частным, конкретным теориям и специальным моделям.

Наряду с неформальной (содержательной) аксиоматикой в различных дисциплинах иногда применяется, например, генетически-конструктивный метод построения концептуальных систем (обычно каких-то частных теорий или систем из нескольких гипотез). Этот метод может выступать в двух вариантах: как содержательно-генетический и как формально-генетический. В первом случае построение концептуальной системы теории разворачивается от исходных идеальных объектов к производным объектам по правилам логики и математики, с помощью гипотез данной теории

и т. д. Во втором случае имеет место аналогичная схема, однако здесь конструирование формальной концептуальной системы идет по жестко фиксированным логико-математическим правилам образования и преобразования. Конечно, мысленное экспериментирование с идеальными объектами, позволяющее ввести какие-то новые научные понятия, может сопровождаться «переводом» их смыслов на язык математики и подключением соответствующих математических формализмов. Достаточно сослаться хотя бы на известные эксперименты Галилея с маятником как реальной системой, максимально приближенной к своему идеальному модельному объекту — физическому маятнику. Анализ этих экспериментов и применение разработанного еще в Средневековье математического метода описания кинематического движения позволили Галилею вывести закон ускорения свободного падения тел.

В нематематизированных областях науки обычно не применяют четко сформулированных и жестко регламентированных методов построения научных теорий. В описательных дисциплинах концептуальные системы менее упорядочены и организованы, исходные допущения здесь могут не формулироваться в виде списка гипотез, а вводиться по мере их надобности в процессе развертывания концептуального содержания теории. Поскольку содержательные утверждения теорий описывают отношения между идеальными объектами концептуальной системы, они в любом случае должны считаться с принципами их организации, которые запрещают появление внутренних логических противоречий. В биологии, антропологии, лингвистике, эконометрии, психологии, социологии и других науках широко используются описательные и таксономические методы, системно-структурные модели, разного рода типологии и классификации, позволяющие «подключить» к соответствующим концептуальным системам аппарат прикладной математики — математической статистики, факторного дискриминационного анализа, теории игр, математической теории динамических систем и т. д. В результате такого под-

ключения происходит порождение новых понятий и концептуальных структур конкретных наук, хотя далеко не всегда удается подобрать удовлетворительную специально-научную интерпретацию полученных на уровне математических формализмов понятий, формул и величин. Типологии, предполагающие аналитическое обобщение, а также таксономические методы нельзя рассматривать как приемы глубоко эмпирической классификации. Другое дело, что полученные в результате применения аппарата прикладной математики концептуальные структуры нередко оказываются весьма «бедными» по содержанию, они могут только помочь установить какие-то новые корреляции между эмпирически фиксируемыми параметрами теоретической системы.

Являясь наиболее развитой и высокоорганизованной формой научного знания, теория, естественно, выступает и как метод получения новой информации о структурах мира. В этом отношении она ничем принципиально не отличается от других форм научного знания — гипотез, моделей, экспериментальных законов и т. д. Так же, как и гипотезы, научные теории обладают свойством проверяемости, т. е. *верифицируемости и фальсифицируемости*. Они предположительны по крайней мере в двух отношениях: 1) их область применения всегда относительна, она зависит от дальнейшего развития научного знания; 2) их семантическая интерпретация также относительна, так как зависит от принятого метаязыка. Более высокий статус теорий по отношению к гипотезам обусловлен прежде всего иерархическим и дедуктивным характером организации этих концептуальных систем научного знания. На их стороне не только надежность экспериментальных законов, лежащих в основе частных теорий, теоретических моделей и технических приложений, но и принудительная сила математических и логических формализмов. Именно поэтому невозможна сепаратная фальсификация исходных фундаментальных гипотез теории, а ее опровержение представляется делом гораздо более трудным, чем опровержение изолированной гипотезы.

О познавательной ценности теории как метода получения новых знаний достаточно красноречиво свидетельствует весьма широкий диапазон проблем и задач, которые могут быть решены с ее помощью, многообразие ее функций. Имея на «входе» некоторое множество фактических данных, из них с помощью теории можно, например, получить другое потенциально бесконечное множество данных, т. е. осуществить предсказание новых фактов, явлений и событий, о которых до ее построения ничего не было известно. Научная теория также дает возможность предсказать новые экспериментальные законы — именно так, например, был получен закон Эйнштейна $E = mc^2$. Она помогает проектировать экспериментальные установки и, наконец, позволяет направлять и контролировать ход научного исследования — задает класс разрешимых проблем, определяет пути их возможных решений, влияет на отбор и интерпретацию фактов и т. п. По существу, никакое научное открытие, за исключением чисто случайных, которые довольно редки в истории познания, никакое решение научных проблем не могло бы состояться без опоры на теорию, пусть даже и весьма несовершенную, или на то, что ее заменяет — гипотезу, теоретическую модель и т. д.

Глава V

ЭВОЛЮЦИЯ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ

Если эволюция научного познания каким-то образом взаимосвязана с биологической (когнитивной) эволюцией человеческих популяций, если она предполагает эволюцию доминирующего знаково-символического (логико-вербального) мышления (естественно, в кооперации с мышлением пространственно-образным) и символьного (вербального) сознания, которая постепенно позволила оптимизировать левополушарные мыслительные стратегии путем конструирования все более абстрактных идеальных концептуальных структур, математических и логических формализмов и т. д., то не означает ли это, что модели биологической эволюции могут успешно использоваться также и для реконструкции внутренних механизмов развития науки? Многие исследователи в области эпистемологии и философии науки считали вполне правомерной и полезной аналогию между биологической эволюцией и ростом научно-теоретического знания. Подобной позиции, в частности, придерживался С. Тулмин, которому удалось разработать эволюционную модель развития естественных наук. Согласно этой модели, научные теории и понятия, подобно тому как это имеет место с фенотипическими признаками организмов, проходят отбор на выживание. Они должны адаптироваться к интеллектуальной «внешней среде», от особенностей которой зависит успех отбора, их выживание и появление адаптивно ценных концептуальных новаций¹. По-видимому, ряд идей,

¹ См. Тулмин С. Человеческое познание. М., 1984.

заимствованных из теории биологической эволюции и эволюционной эпистемологии, оказал значительное влияние также и на концепцию научных революций Т. Куна и его философский натурализм².

Отталкиваясь от неodarвинистских эволюционных представлений, такие известные философы второй половины XX в., как, например, К. Поппер, Д. Кэмбелл, Е. Эзер, И. Лакатос и др., пытались даже разработать некую универсальную «метафизическую» теорию эволюции, которая охватывала бы органическую эволюцию, процесс индивидуального научения, эволюцию идей, научных теорий (научный прогресс) и даже духовной культуры вообще в качестве специальных случаев. Выдвинув свою собственную концепцию эволюционной эпистемологии, весьма существенно отличающуюся от программы К. Лоренца и его австро-германских последователей, К. Поппер стремился, в частности, использовать принципы естественного отбора дарвиновской теории эволюции главным образом в качестве источника метафор и общих аналогий для реконструкции роста знания как основного продукта универсального эволюционного процесса³. Это направление в классической эволюционной эпистемологии связывало специфически человеческую способность познавать и производить научное знание с эволюцией языка и его дескриптивной функцией. Представители этого направления полагали, что научное знание эволюционирует путем решения проблем и устранения ошибок в направлении создания все более лучших научных теорий, которые становятся все более приспособленными, более приближенными к истине⁴. Идеям, гипотезам,

² См., например: *Callebaut W. Thomas Kuhn as an Evolutionary Naturalist // Evolution and Cognition. 1996. Vol. 2. N 2.*

³ См.: *Ребеценкова И. Г. Эволюция познания. Австро-германская традиция исследования в научно-философском контексте.*

⁴ См.: *Поппер К. Логика и рост научного знания. М., 1983; Поппер К. Эволюционная эпистемология // Эволюционная эпистемология и логика социальных наук. Карл Поппер и его критики / Ред.*

научным теориям и исследовательским программам, как и природным живым организмам, следует доказывать свое превосходство, но превосходство в интеллектуальной «борьбе за существование».

Эта программа классической эволюционной эпистемологии, как известно, столкнулась с серьезными проблемами, связанными в первую очередь с «метафизической» экстраполяцией принципов дарвиновского естественного отбора. Оказывалось, например, что все растения и животные («от амебы до Эйнштейна», по выражению К. Поппера) приобретают знания единым универсальным способом — с помощью метода проб и ошибок (которые, правда, устраняются по-разному), а преимущество человеческого разума коренится исключительно в дескриптивной функции языка. Но такого рода весьма упрощенные эволюционистские схемы довольно быстро обнаружили свою несостоятельность как для объяснения эволюции духовной культуры и многообразных процессов роста научного знания, так и для объяснения органической эволюции. Исследования по методологии и истории науки убедительно показали, что эволюция научного знания, конечно же, не сводится лишь к элиминации ошибочных вариантов концептуальных систем, к выдвиганию и фальсификации гипотез и научных теорий. Эволюционные процессы в органической природе также отличаются большим разнообразием, они, в частности, включают адаптивно ценные изменения на молекулярно-генетическом уровне, на уровне нейронных структур мозга, генерацию новых когнитивных программ и метапрограмм и т. д., их

В. Н. Садовский. М., 2000; *Поппер К. Естественный отбор и возникновение разума // Там же; Campbell D. T. Science Policy from Naturalistic Sociological Epistemology // Philosophy of Science Association. Vol. 2. 1984; Oeser E. Evolution of Scientific Method // Concepts and Approaches in Evolutionary Epistemology: Towards an Evolutionary Theory of Knowledge. Dordrecht, 1984; Lakatos I. Falsification and Methodology of Scientific Research Programs // Criticism and the Growth of Knowledge. Cambridge, 1970.*

нельзя сводить только к действию принципов дарвиновского отбора.

Однако, несмотря на вышеуказанные проблемы, едва ли могут быть сомнения в плодотворности метафор и аналогий, заимствованных из теории биологической эволюции, как инструментов анализа многообразных процессов роста научного знания — они, по-видимому, действительно способствовали их более глубокому пониманию. Так, например, механизмы мутации и рекомбинации генов, обуславливающие огромный запас изменчивости организмов и биологическую эволюцию популяций, наверняка могли навести на мысль о важности для эволюции научного знания случайно возникающих у исследователей догадок, новых идей и предположений. В процессах роста научного знания нетрудно также обнаружить наличие отбора культурной информации, аналогичного естественному отбору в природных популяциях: сообщества ученых явное предпочтение отдают более адаптированным гипотезам и теориям, т. е. тем из них, которые обладают большими эвристическими возможностями, большим информационным содержанием, получающим экспериментальное подтверждение. В этом смысле вполне правомерно говорить о «выживании более приспособленных» теорий. Естественно, список такого рода аналогий можно и продолжить. Однако закономерно возникает вопрос: носит ли применение эволюционных моделей к анализу роста научного знания сугубо метафорический характер, или здесь имеется какая-то общая основа для более глубоких аналогий?

5.1. Эволюционная парадигма как модель роста науки

Хотя сам факт продолжающейся биологической (когнитивной) эволюции популяций *Homo sapiens sapiens* в настоящее время сомнений не вызывает, это, конечно же, не

означает, что эволюцию духовной культуры и рост научного знания следует рассматривать как прямое и интегральное следствие действий генетических факторов, а эволюционную эпистемологию — только как ветвь биологической науки⁵. С другой стороны, мы все же не должны полностью исключать возможность хотя бы частичного и косвенного распространения действий биологических механизмов на формирование и развитие культурных феноменов⁶. Следует учитывать, что у живых организмов взаимодействие между генами и культурой возможно лишь при наличии возникшего в ходе эволюции «посредника», специального биологического органа — когнитивной системы, базирующейся на работе нейронных структур мозга, — которая единственно в состоянии создавать особого рода негенетическую когнитивную (в том числе и культурную) информацию. Но работа этой системы в большей или меньшей степени генетически контролируется. Причем степень этого контроля зависит от того, насколько она эволюционно развита и способна ли она от «лица» самораспознающего себя организма, от лица «Я» эффективно управлять адаптивным поведением, обеспечивая тем самым его выживание.

Культурная информация создается людьми в значительной мере с участием их символьного (вербального) сознания. Тем не менее мы, например, можем мыслить только с помощью либо вербальных (слова, предложения), либо перцептивных (образы, представления) кодов, и это присутствие нашей когнитивной системе двойное кодирование информации обусловлено генетически. С помощью сознатель-

⁵ См.: *Vollmer G. Mesocosm and Objective Knowledge // Concepts and Approaches in Evolutionary Epistemology. Dordrecht, 1984. P. 69–121; Wuketits F. Evolutionary Epistemology — Challenge to Science and Philosophy // Ibid. P. 1–33; Oeser E. Evolutionary Epistemology as a Self-Referential Research Program of Natural Science // Evolution and Cognition. 1996. Vol. 1. N 1.*

⁶ См., например: *Lumsden C. J., Gushurst A. C. Gene-Culture Coevolution: Humankind in the Making // Sociobiology and Epistemology. Dordrecht, 1985.*

но управляемого знаково-символического мышления мы можем порождать концептуальные системы, которые, однако, сохраняют свою биологическую обусловленность хотя бы в том смысле, что для их конструирования мы должны прибегать к помощи генетически детерминированных стратегий переработки когнитивной информации. Правда, эти стратегии мы можем сознательно оптимизировать и конструктивизировать. Таким образом, наша биология через работу когнитивной системы обеспечивает генерацию культурной информации, мыслительных конструкций, концептуальных систем и т. д. Но это, конечно же, не означает, что эволюция людей как живых природных существ, ведущих социальный образ жизни, подчинена тем же самым закономерностям, что и эволюция создаваемых ими концептуальных систем, аккумулирующих культурную информацию (т. е. феноменов духовной культуры). Здесь мы, видимо, сталкиваемся с разноуровневыми эволюционными процессами. Можно лишь утверждать, что культурные феномены выступают в качестве важнейших внешних факторов, обуславливающих отбор адаптивно ценных когнитивных способностей и направление когнитивной эволюции человеческих популяций, а продолжающаяся биологическая эволюция создает нейрофизиологические и когнитивные предпосылки их дальнейшей социокультурной эволюции в определенном направлении.

Для относительно быстрой эволюции культурной информации (в том числе и знаний) возможностей естественно возникших в ходе биологической эволюции когнитивных систем оказалось явно недостаточно. Ведь эту информацию необходимо было каким-то образом сохранять и накапливать. Но индивидуальная человеческая память — это слишком хрупкое, ограниченное по объему и ненадежное хранилище информации. С формированием многочисленных аграрных сообществ объем необходимой для запоминания культурной информации резко возрастает. Появляется письменность, возникают искусственно созданные людьми накопители информации (наскальные письмена,

папирусы, свитки, книги и т. д.). Важно, однако, подчеркнуть, что для сохранения и эволюции культурной информации потребовалось создать не только искусственные накопители, но и информационный код, «формат», в котором она могла бы экономно сохраняться и легко передаваться всем членам сообщества. В ходе эволюции естественных языков и знаково-символического (логико-вербального) мышления отдельных человеческих популяций возникают простейшие вербально выразимые концептуальные системы — рассказ, повествование, миф, а затем и научная теория, обладающие огромной информационной емкостью. Если структура мифа и его «логика» еще отображают, хотя и вербально выраженную, но все же бессознательную, генетически обусловленную стратегию доминирующего пространственно-образного мышления, то создание научных теорий оказывается возможным только при гораздо большем участии управляющего символического (вербального) сознания, которое постепенно обрело способность конструктивно оптимизировать левополушарные мыслительные стратегии и целенаправленно создавать идеальные (в силу вторичности вербальных кодов) концептуальные системы. Организация и эволюция таких идеальных концептуальных систем подчиняется своим собственным закономерностям и критериям оптимальности (например, логическим законам противоречия), которые теряют силу за пределами структур знаково-символического (логико-вербального) мышления. *Они не применимы к эволюции живых природных систем, включая человеческие популяции.*

Обычно полагают, что принципиальные различия между биологической эволюцией и эволюцией культуры обусловлены главным образом когнитивной способностью людей к сознательному выбору: в отличие от других живых существ человек может искать и отбирать новую культурную информацию, целенаправленно используя для этого возможности знаково-символического (логико-вербального) мышления и управляющего символического (вербального) сознания. Исследователи также обращают внимание и на то,

что в биологической эволюции генетические изменения полностью независимы от направления естественного отбора, а в культурной эволюции и процессах роста научного знания соответствующие изменения оказываются независимыми от отбора селективно ценной информации лишь частично. Кроме того, отношение между идеями и их носителем — ученым — даже отдаленно не напоминает отношение между генотипом и организмом. К тому же дарвиновский естественный отбор слабее процессов, управляющих изменениями в науке. Он способствует достижению популяциями лишь локального оптимума, так как может действовать только на те признаки или сочетания признаков, которые уже существуют. Поэтому для возникновения новых видов одних только механизмов естественного отбора недостаточно. В то же время селективный отбор, управляющий концептуальными изменениями в науке, по-видимому, способствует порождению новой информации. Ведь в отличие от биологической эволюции, где возможен только локальный прогресс, концептуальный отбор, отбор селективно ценных изменений в научно-теоретическом знании ведет к глобальному прогрессу⁷.

Однако все еще весьма распространенное в философии науки сугубо умозрительное представление об эволюции научного знания как о глобальном и неуклонно прогрессивном росте вызывает серьезные возражения. Это представление, естественно, предполагает наличие у науки на протяжении всей ее многовековой истории какой-то единой и относительно неизменной цели⁸. Но, как показывают многочисленные историко-научные исследования, обнаружить в эволюционном развитии науки универсальную тенденцию, своего рода «магистральный путь» эволюции, не прибегая к искусственным натяжкам, вряд ли возможно. Так,

⁷ См.: Sterelny K. Science and Selection // Biology and Philosophy. 1994. Vol. 9. N 1. P. 49–50.

⁸ См.: Grantham T. Does Science Have a «Global Goal»? A Critique of Hull's View of Conceptual Progress // Ibid. P. 88–89.

например, оставаясь элементом религиозно-мистических учений и философско-теологических доктрин, древневосточная наука и наука античности носили сугубо сакральный характер и, конечно же, никогда не ставили перед собой цель открыть «законы природы». Но и после возникновения науки Нового времени наше понимание «законов природы» существенно изменялось. Хотя робкие попытки осознания практической ценности науки относятся еще к эпохе эллинизма, только во второй половине XIX в. использование научных знаний для создания новых технических устройств и технологий приобрело систематический характер и постепенно породило комплекс прикладных и технических дисциплин, преследующих свои собственные специфические цели. Для исторического развития отдельных наук, например математики или физики, также характерна периодическая смена целей и направлений эволюции, связанная с временной победой одной из конкурирующих теорий или исследовательских программ.

Конечно, запас информационной изменчивости в науке, а соответственно и степень поливариантности ее развития, совершенно несопоставимы с запасом генетической изменчивости и огромным многообразием направлений биологической эволюции. Учитывая специфику видовой «картины мира» животных, когнитивную способность людей к сознательному выбору, а также особенности организации и эволюции идеальных концептуальных систем, аккумулирующих культурную информацию, можно сказать, что *прямая параллель между биологической (когнитивной) эволюцией и ростом научного знания представляется явной натяжкой*. В то же время трудно не согласиться с тем, что в некотором абстрактном смысле механизмы дарвиновского естественного отбора и отбора концептуальных изменений в науке (и вообще адаптивно ценной культурной информации) действительно имеют нечто общее. Отсюда напрашивается мысль, что модель селективного отбора в науке — это не вариант дарвиновского естественного отбора, а скорее частный случай универсальных механизмов информационного

отбора, которые специфическим образом проявляются как в биологической (когнитивной), так и в культурной эволюции. Этот вывод вытекает из природы информации. Ведь информация — это не материя, а *идеальное сообщение*, уменьшающее неопределенность выбора из альтернатив. В силу своей идеальной природы свойства информации могут быть описаны только математически и совершенно независимо от характера ее носителя. Как формальная структура знаково-символического мышления понятие информации универсально, оно применимо к любой области живой природы, к культурным феноменам и социальной коммуникации, к любым искусственно созданным человеком техническим устройствам, где также происходит передача и преобразование идеальных сообщений. Это, собственно, и является теоретической основой *формальной аналогии* между биологической эволюцией (где мы имеем дело с передачей генетической информации) и ростом научного знания (где сталкиваемся с передачей и преобразованием особого вида культурной информации — научного знания).

В силу вышеизложенного информационные процессы в биологической (когнитивной) и культурной эволюции при наличии ряда общих черт не могут не обладать своими собственными специфическими особенностями. Это касается также и такого утонченного вида духовной культуры, как научное знание. Возникнув первоначально как сакральное, эзотерическое знание, как знание божественных истин как таковых и лишь постепенно осознав значение практической проверки, ценности технической и поведенческой реализации, наука только в XIX в. приобрела черты относительно автономно эволюционирующей информационной системы, которой присущи свои особые закономерности организации, функционирования и развития. И лишь исследования этих закономерностей, закономерностей роста научно-теоретического знания, а не сугубо умозрительные рассуждения, действительно могут дать ответ на вопрос, какие новые результаты позволяет получить здесь применение информационных моделей.

5.2. Селективно ценные *ad hoc* гипотезы как отправной пункт научных революций

Как показывают соответствующие исследования, построение моделей роста научно-теоретического знания обязательно предполагает вычленение некоторых относительно устойчивых концептуальных структур — теорий, моделей, гипотез, экспериментальных законов и т. д. Конечно, относительная инвариантность этих форм научного знания не исключает возможность их изменения и развития в известных пределах. Однако в развитой науке абсолютно изолированные гипотезы, теоретические модели и экспериментальные законы встречаются крайне редко. Но и они в конечном итоге обычно оказываются включенными в сложноорганизованные информационные системы — научные теории. Именно поэтому теория, пожалуй, является наиболее подходящим исходным объектом эпистемологического анализа процессов роста научно-теоретического знания.

Для реконструкции этих процессов представляется весьма полезным дифференцировать конкретные фундаментальные теории, т. е. теории, относящиеся к специальным, хотя и довольно широким классам явлений, с одной стороны, и более абстрактные базисные теории (они включают в себя фундаментальные гипотезы и математический аппарат, относящийся к базисным моделям, а также некоторое множество специальных ограничений), которые порождают сеть частных и специальных теорий, прикладных моделей и т. д., — с другой. Историко-научные исследования, в частности, показывают, что отправным пунктом формирования абстрактных базисных теорий обычно выступают конкретные фундаментальные теории. И это, по-видимому, не случайно, так как возрастание числа приложений (моделей) теории всегда сопровождается развертыванием «скрытой» информации, которая первоначально могла только смутно подразумеваться. Поэтому на определенном этапе эволюции конкретной фундаментальной теории закономерно появляется комплекс сугубо теоретических проблем,

связанных с необходимостью обобщить и переформулировать ее основные допущения, а также обновить используемый математический аппарат. Поиски решения этих проблем могут в перспективе привести к разработке соответствующей базисной теории, позволяющей на языке нового, более мощного математического формализма представить в эксплицитной форме ранее скрытые теоретические предпосылки.

При этом, разумеется, не исключено, что дальнейшее развитие исследований приведет к созданию еще более общей базисной теории, как это имело место, например, в аналитической механике XVIII—XIX вв. (когда Лагранжем, Гамильтоном и Герцем были разработаны соответствующие базисные теории). Но такого рода смену базисных теорий по вполне понятным причинам нельзя относить к научным революциям. Однако увеличение числа приложений (моделей) конкретной фундаментальной теории, видимо, не всегда приводит к формированию более абстрактной теории — реальной альтернативой здесь может оказаться движение научного знания на том же самом уровне универсальности, т. е. к новой конкретной фундаментальной теории. Именно смену конкретных фундаментальных теорий обычно рассматривают в эпистемологии науки как типичный образец научных революций.

По своей природе процессы формирования конкретных фундаментальных теорий довольно многообразны и, по-видимому, могут быть реконструированы в настоящее время только с помощью различных качественных моделей. Один из возможных вариантов формирования таких теорий связан с использованием аналоговых моделей, с механизмом отождествлений и переносов уже апробированных и доказавших свою практическую эффективность теоретических моделей и математических формализмов, разработанных в рамках конкретных фундаментальных теорий или на основе более универсальных концептуальных систем — базисных теорий. Полученные в результате экстраполяции теоретические представления при этом подвергаются соответ-

ствующей переработке и адаптации в процессе решения задачи их теоретического и эмпирического обоснования с учетом накопленных в данной области знания эмпирических данных и обобщений⁹. Именно таким образом происходило формирование теорий в гидродинамике, термодинамике, электродинамике и т. д. (число приложений ньютоновских «Начал», как известно, было сравнительно невелико, они ограничивались главным образом решением проблем небесной механики). Современная наука также дает немало примеров «микрореволюций», в основе которых лежит перенос и адаптация уже апробированной, селективно ценной информации, использование аналоговых моделей — они приводят либо к «разветвлению» (дифференциации) некогда единых дисциплин на ряд относительно автономных областей, либо к возникновению на «стыках» наук каких-то новых научных теорий.

Другой возможный вариант формирования новых конкретных фундаментальных теорий в самых общих чертах может быть представлен как определенного рода преобразование исторически предшествующей конкретной фундаментальной теории, отправным пунктом которого выступают выдвинутые в рамках этой теории селективно ценные ад-хок гипотезы. Обычно их разработка непосредственно связана с необходимостью адаптации научной теории к изменяющейся эмпирической ситуации, к новым экспериментальным данным. Адаптационные процессы в развитии научного знания, естественно, протекают гораздо более интенсивно в условиях более *богатого информационного разнообразия*, т. е. при наличии в данной области нескольких конкурирующих гипотез и теорий (причем это могут быть и различные спецификации одной и той же сети теорий). Но, в отличие от адаптации живых организмов, возможности которой определяются случайной изменчивостью генетической ин-

⁹ Более детально об этом механизме формирования конкретных фундаментальных теорий см.: *Степин В. С.* Становление научной теории. Минск, 1976; *Степин В. С.* Теоретическое знание. М., 2000.

формации, адаптация научных теорий сознательно направляется и корректируется исследователями и поэтому не зависит только от чисто случайных факторов — спонтанно рождающихся идей, догадок и т. д. Стремясь преодолеть периодически возникающие несовпадения предсказаний теории с эмпирическими данными, данными экспериментов, исследователи, как правило, либо намеренно ограничивают область применения этой теории, либо, если это окажется невозможным, соответствующим образом модифицируют или даже пополняют ее новыми гипотезами. Однако использование такого рода приемов, обеспечивающих адаптацию теории к результатам экспериментов, все же имеет естественные границы, которые обуславливаются специализированными критериями оптимальности и законами организации ее концептуальной системы, регулируемыми селективный отбор «подключаемых» к ней информационных новаций.

Поэтому, пытаясь адаптировать испытываемую научную теорию к новым экспериментальным данным, исследователи стремятся в то же время сохранять целостный непротиворечивый характер ее концептуальной структуры. Они готовы вносить в нее любые изменения, но лишь при условии, что эти изменения «легитимны» и не повлекут за собой нарушения критериев оптимальности (в частности, логического закона противоречия). В случае появления у научной теории серьезных проблем с адаптацией к новым экспериментальным данным исследователи могут попытаться разработать какие-то дополнительные селективно ценные гипотезы, которые расширяли бы теоретическое и эмпирическое содержание этой теории, не нарушая при этом consistency ее концептуальной структуры. Однако в периоды кризисных состояний научных дисциплин критерии оптимальности концептуальных систем также проходят отбор на «выживание», оказываясь объектом сильного психологического прессинга. В таких условиях, конечно же, возрастает вероятность «кризисного отбора» — ученые могут сознательно идти на «временное» нарушение критериев опти-

мальности концептуальных систем и прибегают к помощи ad hoc гипотез с целью согласовать научную теорию с какими-то новыми экспериментальными данными.

Кризисное состояние конкретных фундаментальных теорий обычно сопровождается «размножением» несовместимых фактов, появлением парадоксов и, как следствие этого, резким возрастанием числа ad hoc гипотез. В эпоху кризисов эти гипотезы по сути дела выступают как *увеличивающие информационное разнообразие пробные варианты эволюции научно-теоретического знания*. Конечно, подавляющее большинство ad hoc гипотез в конечном итоге элиминируется свойственными для научного познания механизмами информационного отбора теоретических новаций. Но и среди выдержавших информационный отбор селективно ценных гипотез, позволяющих успешно решить стоящие перед испытываемой теорией проблемы, например согласовать ее с новыми экспериментальными данными и даже предсказать какие-то новые факты, — вполне могут оказаться неявные, «скрытые» гипотезы ad hoc. Их отличительный признак — логическая несовместимость хотя бы с некоторыми основными гипотезами исходной теории. Неявные ad hoc гипотезы, таким образом, появляются в информационном поле науки совершенно непреднамеренно как принципиально непредсказуемый, побочный результат усилий исследователей в направлении увеличения адаптивных, теоретических и эмпирических возможностей испытываемых научных теорий и использования аналитических ресурсов новых математических формализмов.

Разумеется, речь здесь идет о логически нетривиальных, «глубинных» противоречиях. Для того чтобы их выявить, недостаточно средств стандартной логики (она позволяет лишь зафиксировать сам факт противоречия в структуре научной теории). Их обнаружение, как правило, оказывается следствием применения новых, более мощных математических формализмов (моделей), позволяющих выявить потенциально содержащуюся в идеальных объектах научной теории «скрытую» концептуальную информацию. Именно

поэтому сам факт логического противоречия между селективно ценной гипотезой и корректируемой с ее помощью теорией может оставаться полностью неизвестным, не выявленным в течение значительного исторического периода.

Анализ реальных образцов селективно ценных гипотез, оказавшихся впоследствии гипотезами *ad hoc*, показывает, что эти гипотезы, как правило, возникают в результате «перевода» на язык новых математических формализмов (моделей) каких-то допущений исходной теории. При этом исключительно важное значение для последующей эволюции теоретической дисциплины приобретает то обстоятельство, что сами по себе математические гипотезы нейтральны по отношению к теоретическим допущениям специально-научного характера — они всегда имеют свои собственные семантические модели, на которых основываются и все их возможные прагматические интерпретации, практические приложения. Именно нейтральность математических теорий и их формального аппарата как идеальных структур знаково-символического мышления открывает реальную возможность выявления имплицитно содержащейся в селективно ценных *ad hoc* гипотезах концептуальной специально-научной информации.

Эта возможность реализуется в эпоху научных революций — происходит своего рода «развод» между математическим формализмом селективно ценной *ad hoc* гипотезы и ее первоначальной специально-научной интерпретацией. В результате «освободившийся» математический формализм (математические гипотезы) начинает выступать в качестве «синтаксиса», грамматической структуры, порождающей новую концептуальную систему, новую конкретную фундаментальную теорию. В одних случаях этот эволюционный процесс сводится к «отсечению» исходной специально-научной компоненты гипотезы *ad hoc* и разработке новой специально-научной интерпретации (модели), которая согласовывалась бы с ее математическим формализмом, в других же случаях он выступает в виде довольно сложной многоэтапной логики формирования новой теории. Более

детально эти механизмы роста научно-теоретического знания можно, в частности, проследить в ходе анализа некоторых узловых моментов истории становления специальной теории относительности Эйнштейна, а также небесной механики Ньютона.

Как свидетельствуют соответствующие историко-научные исследования, в качестве отправного пункта формирования специальной теории относительности можно рассматривать селективно ценные *ad hoc* гипотезы, которые были разработаны в результате попыток адаптировать электронную теорию Лоренца к новым экспериментальным данным. В конце XIX в. электродинамика движущихся сред Максвелла, как известно, получила дальнейшее развитие в работах Герца и Лоренца. Однако и электродинамика Герца (1890 г.), и электромагнитная теория Лоренца (1892 г.) сразу же столкнулись с рядом трудноразрешимых проблем, связанных с принятыми вариантами описания свойств особой среды, обеспечивающей распространение электромагнитных волн, — эфира. Так, например, результаты экспериментов Физо, Эри и Майкельсона явно не согласовывались с некоторыми теоретическими выводами, вытекавшими из электродинамики Герца, которая допускала, что эфир полностью увлекается движущимися телами. Из этой теории также следовало, что уравнения Максвелла должны сохранять инвариантную форму, удовлетворяя классическому принципу относительности Галилея.

Допустив прямо противоположную гипотезу — что тела движутся сквозь неподвижный эфир, — теория Лоренца также оказалась в сложном положении, будучи не в состоянии объяснить нулевой результат эксперимента Майкельсона—Морли 1887 г. В задачу этого эксперимента входило выявить эффекты движения системы отсчета относительно эфира (речь идет об эффектах второго порядка относительно v/c , на возможность обнаружения которых указывал Максвелл еще в 1879 г.).

Хотя эксперимент Майкельсона—Морли 1887 г., видимо, не имел прямого отношения к разработке электродина-

мики движущихся тел Эйнштейна, его нулевой результат все же сыграл здесь важное стимулирующее воздействие, так как действительно поставил под сомнение вытекавший из электромагнитной теории Лоренца вывод относительно неинвариантности уравнений Максвелла—Лоренца в различных инерциальных системах. Тем самым он, безусловно, способствовал радикальному изменению направления исследований, их сдвигу в область сугубо математических проблем, ориентируя на поиск таких условий, при которых уравнения Максвелла—Лоренца оставались бы инвариантными при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой. И эти условия были найдены чисто математически Фитцджеральдом в 1891 г.

Успешно решив, независимо от Фитцджеральда, возникшую математическую проблему в 1892 г., Лоренц объяснил результат эксперимента Майкельсона—Морли 1887 г. точно до эффектов второго порядка относительно v/c с помощью гипотезы сокращения, опираясь при этом на закон сложения скоростей Ньютона, который, однако, пришлось модифицировать, так как он предсказывал зависимость скорости света от скорости движения его источника. Тем не менее в течение ряда лет ему так и не удавалось разработать убедительную физическую интерпретацию полученным математическим формализмам — уравнениям преобразований Лоренца—Фитцджеральда и Лоренца—Лармора¹⁰. Именно проблемы физической интерпретации этих уравнений послужили отправным пунктом дальнейших теоретических исследований Лоренца, завершившихся созданием в 1909 г. теории электрона. Однако уже в 1904 г. Пуанкаре удалось открыть симметричность пространственных и временных преобразований Лоренца, их групповой характер¹¹. Но из этого открытия непосредственно следовала их обратимость, а этот

¹⁰ См.: *Miller A. I. Albert Einstein's Special Theory of Relativity*. P. 32—40.

¹¹ См.: *Keswani G. H., Kilmister C. W. Intimation of Relativity — Relativity before Einstein // British Journal for the Philosophy of Science*. 1983. N 4.

вывод прямо противоречил фундаментальной гипотезе Лоренца, постулирующей существование привилегированной, связанной с эфиром, инерциальной системы отсчета.

Таким образом, в результате открытия Пуанкаре было выявлено ранее скрытое, «глубинное» противоречие между следствиями из математических гипотез (уравнений преобразований Лоренца) и основным допущением физической теории Лоренца. И только с этого момента уравнения преобразований, первоначально выступавшие (вместе со своей физической интерпретацией) как селективно ценные гипотезы, оказываются гипотезами *ad hoc* (в структуре теории Лоренца). Они начинают выступать в своем новом качестве — как порождающие концептуальную систему новой физической теории математические формализмы. Так, в частности, открытие группового характера уравнений преобразований позволяло вообще отказаться от гипотезы эфира, а также и от предложенной Лоренцом модификации классического закона сложения скоростей, в задачу которой входило объяснить сам факт независимости скорости света от скорости движения его источника.

Аналогичные механизмы роста научного знания были характерны и для начальных этапов революции в естествознании XVI—XVII вв., хотя предпосылочные знания здесь, естественно, не могли выступать в виде математизированных конкретных фундаментальных теорий, как это имеет место в развитой науке. Первым этапом этой революции исторически оказалась гелиоцентрическая теория движения планет Коперника, которая явно и неявно опиралась на ряд допущений позднесредневековой «динамики». Основы этой «динамики» были разработаны в XIV в. Ж. Буриданом и его последователями, продолжившими начатое еще в VI в. христианским неоплатоником Иоанном Филопоном Александрийским критическое переосмысление аристотелевской теории движения. Есть все основания предполагать, что Коперник не только был хорошо знаком с теорией «импетуса» (он в течение длительного периода жил и учился в Италии), но и опирался на ряд ее гипотез в процессе создания своей

гелиоцентрической системы. Об этом прямо свидетельствует, например, его аргументация в защиту предположения, что равномерное вращение Земли является ее «естественным» движением¹². Теория «импетуса» позволила Копернику парировать возражения сторонников ортодоксальной точки зрения Аристотеля и Птолемея, утверждавших, что вращательное движение Земли невозможно, поскольку оно должно быть непременно «насильственным». Ведь, согласно Буридану, полученный небесными телами «импетус» должен сохраняться бесконечно, а следовательно, их движение остается всегда естественным и равномерным. Видимо, именно в этой связи Коперник подчеркивал, что «круговое же движение протекает всегда равномерно, ибо его причина неослабеваема»¹³.

Основной аргумент Коперника в защиту тезиса о неподвижности «неба» и о наличии суточного вращения Земли также опирался на следствия из теории «импетуса». Цель этого аргумента состояла в том, чтобы показать внутреннюю противоречивость аристотелевско-птолемеевской концепции движения небесных сфер вокруг неподвижной Земли, если допустить относительную бесконечность величины «неба» по сравнению с Землей. По словам Коперника, «чем больше оно (т. е. небо. — И. М.) будет увлекаться ввысь напором (*impetus*) этого движения, тем быстрее будет становиться самое движение благодаря постоянному разрастанию окружности, которую небу необходимо пройти в течение 24 часов; и обратно, при разрастании движения разрастается и необъятность неба. Таким образом, скорость будет увеличивать до бесконечности величину, а величина — скорость. По известному закону физики, что бесконечное не может быть пройдено, ни каким-либо образом двигаться, небо непременно будет неподвижно»¹⁴.

¹² См.: Коперник Н. Об обращении небесных сфер // Николай Коперник. М.; Л., 1947. С. 204.

¹³ Там же. С. 207.

¹⁴ Там же. С. 205.

При этом следует особо отметить, что теория «импетуса» не запрещала небесным телам одновременно совершать вращение вокруг собственной оси и круговое поступательное движение вокруг центра. Формальным препятствием здесь мог служить только аристотелевский закон противоречия (который в Средние века трактовался широко — как универсальный логико-онтологический принцип), но попытки ограничить его область применения уже предпринимались задолго до Коперника Альбертом Саксонским, который выдвинул идею сложения двух «импетусов» — кругового и прямолинейного. И это обстоятельство скорее всего было хорошо известно Копернику¹⁵.

Итак, если теорию «импетуса» рассматривать как селективно ценную теорию, разработанную с целью улучшить адаптивные возможности аристотелевской «динамики», то к такому же выводу можно прийти и относительно опиравшейся на ее принципы гелиоцентрической теории Коперника. В прагматическом отношении эта теория первоначально не была более точной, чем геоцентрическая система Птолемея¹⁶. Но последняя, оставаясь в целом чуждой позднесредневековому христианскому вероучению, не только противоречила выводам теории «импетуса», но и к тому же плохо согласовывалась с некоторыми принципами аристотелевской «физики» и астрономии. Поэтому в эпоху Коперника — и даже значительно раньше — она могла рассматриваться только как физически необоснованная, сугубо

¹⁵ «Что же касается спускающихся и поднимающихся тел, — писал он, — то их движение в отношении Вселенной следует считать действительным и всегда слагающимся из прямолинейного и кругового» (Там же. С. 206).

¹⁶ «До Кеплера, — отмечает, например, Т. Кун, — теория Коперника едва ли улучшала предсказания положения планет, сделанные Птолемеем» (Кун Т. Структура научных революций. С. 197). Это, однако, вряд ли правомерно утверждать в отношении разработанной Коперником теории Луны, значительно превосходившей соответствующую теорию Птолемея. Но принцип гелиоцентризма здесь, естественно, не играл никакой роли.

кинематическая (математическая) *ad hoc* теория. Это, собственно, и позволило Копернику осуществить ее радикальное математическое преобразование, суть которого сводилась, во-первых, к унификации птолемеевых моделей движения планет путем приведения их к единому масштабу, и, во-вторых, к обращению всей кинематики этой системы посредством выбора новой неподвижной точки отсчета. В результате «весь численный скелет древней теории сохраняется неизменным, а методика ее упрощается и улучшается, поскольку птолемеевы экванты уничтожаются и заменяются движениями более совершенными — круговыми и равномерными; к тому же ряд движений теперь вовсе отпадает, поскольку все они учитываются единым движением Земли»¹⁷.

Хотя система круговых движений планет Коперника хорошо согласовывалась с теорией «импетуса», последняя, однако, все же не позволяла обосновать выбор нужной системы отсчета, т. е. обосновать лежащий в основе этой системы принцип гелиоцентризма, который к тому же не мог быть подтвержден с помощью непосредственных наблюдений. Поэтому, несмотря на свое частичное «физическое» обоснование, гелиоцентрическая система — в той форме, в какой она была разработана Коперником, — фактически оставалась кинематической, сугубо математической теорией движения планет, в которой выбор привилегированной системы отсчета оказывался произвольным. Но и в качестве сугубо кинематической теории эта система все же обладала существенным метаматематическим преимуществом перед кинематической системой Птолемея — она была значительно проще последней и при этом не уступала ей по своим объяснительным возможностям. Но, что самое важное, именно отсутствие физического обоснования принципа гелиоцентризма в теории Коперника, ее сугубо математический, вычислительный (инструментальный) характер сде-

¹⁷ Идельсон Н. Этюды по истории планетных теорий // Николай Коперник. С. 164.

ляли возможным дальнейшее «расщепление» и развитие научного знания в двух относительно независимых направлениях — в направлении поиска более адекватной математической (кинематической) модели, описывающей более точные (полученные Т. Браге) данные о положении планет (И. Кеплер), с одной стороны, и разработки единой физической интерпретации математически описываемого движения небесных и земных тел — с другой (Г. Галилей). Поэтому в научной революции XVI—XVII вв. теория Коперника сыграла роль нового, порождающего развитие научного знания математического (кинематического) формализма.

Таким образом, попытки адаптировать научные теории к новым эмпирическим данным за счет увеличения их информационной «емкости» с помощью расширяющих теоретическое и эмпирическое содержание гипотез наталкиваются на естественные границы изменчивости — они не могут ставить под угрозу структурную целостность (непротиворечивость) концептуальных систем научного знания. Появившаяся в поле зрения исследователей новая «избыточная» концептуальная информация способна обретать самостоятельное существование, если она оформляется в форме селективно ценных *ad hoc* гипотез, выступающих отправным пунктом дальнейшего эволюционного роста научного знания. Причем механизмы информационного отбора в развитой науке не столь уж жестки — здесь новации не отбрасываются, даже если в течение некоторого времени они кажутся малоперспективными и не приобретают существенных селективных преимуществ по сравнению с соперничающими концепциями. Наличие информационного разнообразия в виде множества конкурирующих между собой теорий и гипотез как возможных вариантов роста научного знания, оставляя открытым вопрос об окончательном выборе, позволяет значительно интенсифицировать и ускорить эволюционные процессы.

Итак, модель отбора селективно ценной информации в известных границах применима и к процессам роста научного знания. По-видимому, этот вывод неплохо согласуется

с развиваемым в данной работе подходом к эволюции человеческого познания как эволюции способов (инструментов) информационного контроля окружающей среды и внутренних состояний людей. В иерархии этих способов наука оказывается наиболее утонченной системой накопления фактов, концентрации культурной информации (знаний), системой, которая постепенно развила свои собственные наиндивидуальные, интерсубъективные механизмы информационного отбора, механизмы самокоррекции и элиминации ошибок эволюции. С этой точки зрения прогресс в науке означает прежде всего изобретение относительно более информативных теорий. И здесь, по-видимому, не может быть никаких искусственных ограничений, так как когнитивная эволюция и эволюция познания, т. е. эволюция нашего мозга, нашей когнитивной системы, способов обработки когнитивной информации, а также научных методов, техники и т. д., — это открытый процесс, а наука крайне необходима нам для увеличения нашей приспособляемости, для нашего дальнейшего выживания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С точки зрения эволюционно-информационной эпистемологии, человеческое познание представляет собой видоспецифичную форму информационного контроля окружающей среды и внутренних состояний людей. Эффективность этого контроля обеспечивается нашей когнитивной системой, интегрирующей работу всех без исключения когнитивных способностей. В ходе биологической и социокультурной эволюции некоторых человеческих популяций формируется донаучное, а затем научное и обыденное познание. Исключительно быстрое развитие научного познания, по крайней мере с XVIII в., обеспечившее невиданные ранее темпы технического и технологического прогресса, также стало возможным благодаря эволюции человеческих когнитивных способностей, которыми мы постепенно обрели способность сознательно управлять и работу которых мы можем конструктивно оптимизировать с помощью нашего символического (вербального) сознания.

Проведенные за последние десятилетия исследования в нейробиологии, нейрофизиологии и психофизиологии убедительно показали, что наш мозг не «отражает», а главным образом «вычисляет», имея дело с огромным объемом когнитивной информации. Собирая по крупницам разрозненные сенсорные данные, он кодирует, сопоставляет, интегрирует и дополняет их. Он вычисляет недостающие параметры, генерируя, например, глубинные и цветовые характеристики воспринимаемых объектов, фильтрует недостоверные или несущественные сигналы и т. д., т. е. создает и перераба-

тывает когнитивную информацию, продуцируя внутренние мысленные репрезентации, в том числе перцептивные образы и их последовательности — восприятия. Все, в том числе и самые высшие когнитивные способности людей, имеют информационную природу, они представляют собой своего рода логические устройства (комплексы когнитивных программ и метапрограмм), работа которых не редуцируется к функционированию нейроструктур мозга, к протекающим в них нейрофизиологическим, физико-химическим и т. п. процессам, хотя и базируется на них. Знаково-символическое (логико-вербальное) мышление людей (функционирующее, естественно, в кооперации с мышлением пространственно-образным) манипулирует мысленными репрезентациями «второго порядка», которые (в силу двойного кодирования) первоначально обозначали смысл «первопорядковых» репрезентаций, т. е. перцептивных образов и представлений (а также еще более абстрактных перцептивных обобщений — прототипов). Любой достаточно развитый естественный язык навязывает нам идеальные концептуальные модели окружающей среды и нашего собственного существования. Функционирование когнитивных способностей людей предполагает кооперацию огромного числа когнитивных программ, метапрограмм и их комплексов, которые в силу наличия генетического контроля подлежат биологической (когнитивной) эволюции. Секрет адаптивного поведения человека, его «разума» и «рациональности», его удивительной выживаемости в самых невероятно сложных условиях окружающей среды с этой точки зрения сводится к обладанию им наивысшей когнитивной способностью — символьным (вербальным) сознанием, — которая позволяет эффективно управлять и оптимизировать работу других высших когнитивных функций.

Каждый отдельный человек, как и любое живое природное существо, генетически уникален. В пределах любых человеческих популяций (или этнических групп) имеет место весьма значительная генетическая изменчивость по когнитивным способностям, лежащая в основе межиндивиду-

альных различий в поведении. Уровень когнитивного развития индивидов очень важен для их социальной адаптации, от него, в частности, зависит скорость научения, способность к овладению знаниями и их практическому применению. В этой связи возникает вопрос, можно ли количественно определить и измерить уровень когнитивного развития отдельных индивидов, их когнитивных способностей. В силу тесной интеграции и кооперации *всех без исключения* высших когнитивных функций людей и невозможности их сепаратной оценки есть основания полагать, что характеристика уровня индивидуальных когнитивных способностей (например, «разумности» или «интеллектуальности» отдельного человека) должна быть *«суммирующей» или интегральной*, а его объективное измерение — многопараметрическим. Ясно также, что по своей природе эта характеристика будет только относительной, поскольку она выступает в качестве индикатора, *репрезентирующего варьирование межиндивидуальных когнитивных признаков внутри популяций*. Может ли служить полезным инструментом оценки индивидуального когнитивного уровня (прежде всего для практических нужд) «коэффициент интеллектуальности»?

Как известно, «коэффициент интеллектуальности» (IQ) был предложен еще в 1907 г. А. Бине и Т. Симоном и первоначально предназначался для того, чтобы помочь парижским школьным учителям правильно распределить учеников по классам. С помощью тестов детей классифицировали по годам «интеллектуального развития», которые сравнивались со «стандартным» для их возраста IQ, т. е. с его статистически преобладающим среди сверстников значением. Позднее тесты на IQ были модифицированы и стали намного более утонченными. Современные системы тестирования на IQ включают испытания на способность к знаково-символическому (логико-вербальному) мышлению, т. е. на способность оперировать словами, вербальными конструкциями и иными символьными репрезентациями (математическими формулами и т. д.), решать задачи (в том числе математические и логические), обращаться к абстрактным

понятиям и т. п., и на способность к пространственно-образному мышлению, оперированию перцептивными (визуальными) представлениями, а также на способность к запоминанию (различным видам памяти). Конечно, тесты на IQ носят довольно формальный характер, поскольку они ориентированы прежде всего на выявление способностей к знаково-символическому мышлению и тесно интегрированных с ним видов памяти и сознания, они измеряют способности решать задачи, разгадывать «головоломки», которые для своего успешного применения требуют соответствующих процедурных знаний, навыков оперирования формальными правилами. Однако овладению такими навыками придается особое значение практически во всех системах обучения, так как они необходимы во многих профессиональных сферах — во всех инженерных профессиях, для решения научных проблем в естественных и социогуманитарных дисциплинах, менеджменте и т. д.¹ Испытуемым с IQ, равным 80, при наличии соответствующих внешних данных может сопутствовать успех в качестве топ-модели, но у них нет шансов стать хорошим инженером. Несмотря на множество критических замечаний относительно смысла тестов на IQ, они дают достаточно надежный прогноз успехов испытуемых в школе, колледже или высшем учебном заведении.

Хотя пока что нет возможности *точно* оценить, в какой степени разнообразие когнитивных способностей в популяции определяется генетическими влияниями и в какой — негенетическими, все же есть весьма серьезные основания полагать, что за существенную часть вариаций в выполнении тестов по IQ ответственна генетическая изменчивость. Некоторая неопределенность результатов исследований межиндивидуальной генетической изменчивости по когнитивным способностям скорее всего вызвана недостаточностью научных методов, а не слабым генетическим влиянием

¹ См., например: *Harnad S. Why I Believe Intelligence Can Be Measured by IQ tests, and How Universities Could Make Use of Them // Times Higher Education Supplement. 1999. P. 18.*

на интеллект. Количество индивидов с выдающимися когнитивными способностями (так же как и число когнитивно отсталых) по отношению к общей численности популяций ограничено лишь несколькими процентами. Благодаря включению в тестируемые группы большего числа родственников разной степени родства, применению весьма тонких статистических методов и т. д., исследователям удалось получить достаточно надежные данные, свидетельствующие о том, что наследуемость IQ варьируется в широких пределах и может достигать 0,8. Однако фенотипическое выражение генетической изменчивости в человеческих популяциях по когнитивным способностям скорее всего носит гораздо более сложный характер, чем для других признаков.

Для изучения уровня когнитивных способностей людей, видимо, пока что не удастся создать четкую идеальную экспериментальную ситуацию. Интеллект как интегральная характеристика уровня индивидуальных когнитивных способностей не имеет абсолютно точного измерения. Даже при условии, что тест на IQ (как и другие психометрические тесты) обладает высокой надежностью, воспроизводимостью (т. е. повторное тестирование испытуемого с помощью точно такого же или аналогичного набора вопросов приводит к одинаковому результату), его измерения приближены и динамичны, они зависят по меньшей мере от половозрастных, популяционных (этнических) и существенных социальных различий между людьми.

Эволюционно-когнитивные различия между человеческими популяциями, например между современными цивилизованными и первобытными популяциями, могут весьма существенно варьироваться. Они, как правило, отличаются доминирующими, статистически преобладающими когнитивными типами мышления. Поэтому, например, уровень индивидуальных когнитивных способностей представителей первобытных популяций не поддается адекватной оценке с помощью современных систем тестов IQ, ориентированных на выявление главным образом способностей к зна-

ково-символическому (логико-вербальному) мышлению и интегрированных с ним видов памяти. Психометрические данные свидетельствуют о том, что представители европейских популяций в целом лучше справляются с тестами на IQ, чем представители африканских популяций, белые в США — успешнее, чем афроамериканцы или латиноамериканцы, а представители более образованных социальных групп (внутри любых популяций и этнических групп) — лучше, чем представители малообразованных и малообеспеченных слоев. Таким образом, системы тестовых испытаний, служащие базисом для вычисления IQ, требуют адаптации, которая позволяла бы учитывать эволюционно-когнитивный уровень популяций, этнических групп и отдельных социальных слоев. «Коэффициент интеллектуальности» IQ, видимо, вполне приемлем в качестве обобщенного и достаточно объективного сравнительного индикатора уровня когнитивного развития только тех индивидов, которые принадлежат к одной и той же популяции (или этнической группе).

Из нашего анализа человеческого познания и когнитивных способностей людей, подлежащих биологической и социокультурной эволюции, в частности, следует, что система высшего образования (независимо от страны или региона) в принципе не может быть «всеобщей». В этом случае она должна была бы ориентироваться на индивидов с весьма низким IQ. «Всеобщее» высшее образование потребовало бы огромных материальных затрат, оказалось бы абсолютно неэффективным и в конечном итоге привело бы к перманентному застою, если не к регрессу в науке, технике и культуре. В силу неустранимых генетических и когнитивных различий между людьми образовательная система должна быть гибкой и многоуровневой. Она вынуждена приспосабливаться к эволюционирующей биологии человеческих популяций и их культуре, а не к мифологическим представлениям прошлых эпох об абсолютном равенстве людей, которое реально может быть только формально-юридическим. Миф должен адаптироваться к реальности, но не реальность — к мифу.