

SCIENTIFIC AMERICAN  
в мире науки

# МОЗГ И СОЗНАНИЕ



Как мгновенный снимок самых последних результатов, многие из которых будут развиты и дополнены, материалы, вошедшие в наш альманах, имеют свою интеллектуальную и даже эмоциональную ценность. Они знакомят читателя с достижениями на самом переднем крае фундаментальных исследований природы, передают всю драму идей и негаданных открытий.

С. П. Капица

SCIENTIFIC AMERICAN **МОЗГ И СОЗНАНИЕ** в мире науки



## АЛЬМАНАХ

Нейробиология  
Структуры и функции  
Психология  
Наука о человеке

SCIENTIFIC AMERICAN

# МОЗГ И СОЗНАНИЕ

АЛЬМАНАХ



**«В мире науки»**

МОСКВА

2007

SCIENTIFIC AMERICAN

В МИРЕ НАУКИ

# BRAIN AND MIND

ALMANAC



**«в мире науки»**

MOSCOW  
2007

# МОЗГ И СОЗНАНИЕ

АЛЬМАНАХ

Раздел 1

Нейробиология XXI века

Раздел 2

Мозг: структуры и функции

Раздел 3

Психология

Раздел 4

Наука о человечестве

МОСКВА  
2007

УДК [52+629.78](082)  
ББК 22.6+39.6  
К 71

Руководитель проекта,  
главный редактор журнала «В мире науки»  
**Сергей Петрович Капица**

Научный консультант,  
профессор, доктор медицинских наук  
**Андрей Сергеевич Петрухин**

Редакторы-составители  
**Валентина Эдуардовна Катаева,**  
**Варвара Дмитриевна Ардаматская**

Научный редактор  
**Владимир Валентинович Свечников**

К 71 **Мозг и сознание:** Альманах / Под рук. С.П. Капицы — М.: В мире науки, 2007. — 240 с., ил.

**ISBN 5-98944-001-4**

Сборник научно-популярных статей ведущих мировых и российских ученых по нейробиологии, биотехнологиям и психологии, опубликованных за последние три года в журнале «В мире науки»/Scientific American. Тематика альманаха охватывает самые актуальные научные проблемы, связанные с мозгом и сознанием, а также с развитием человечества, и заинтересует как специалистов, так и широкий круг образованных и думающих читателей. К выпуску готовится вторая часть сборника, посвященная аналогичным проблемам.

**УДК [52+629.78](082)**  
**ББК 22.6+39.6**

ISBN 5-98944-001-4

© «В мире науки», 2007  
© «Scientific American», 2007

## ПРЕДИСЛОВИЕ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

**Р**едакция журнала «В мире науки» представляет второй выпуск сборника статей, опубликованных в период с 2003 по 2007 гг. в нашем журнале. На сей раз он посвящен проблеме человека. Первый выпуск был обращен к космосу, и продолжение неслучайно: как бесконечна Вселенная, так безграничен наш интерес к самим себе.

В первом томе, за которым последует второй, мы обратились в первую очередь к проблеме сознания и мозга. Первый раздел посвящен нейробиологии и, наверное, ни одно направление современной науки не вызывает такого интереса. Более того, благодаря новым методам экспериментальных исследований, развитых в физике, особенно в биохимии, а также широкому применению современных достижений информатики нейронауки стремительно развиваются. Это открывает дорогу исследованиям как самого мозга, которым посвящен второй раздел, так и психологии, статьи по которой собраны в третьем разделе. Он начинается статьей, посвященной оценке работ Фрейда, оказавших влияние на многие стороны мышления в XX веке, и тому, как его идеи воспринимаются ныне в поисках нового синтеза. Внимание же современных исследователей переместилось в сторону когнитивной психологии, исследования образного восприятия мира и великой загадки сознания человека. Так, на 35-ой ежегодной конференции по нейронаукам в Вашингтоне в 2005 г. было более 30 тыс. участников и 17 тыс. докладов!

Наконец в последнем, четвертом разделе, собраны статьи, посвященные уже всему человечеству. Он открывается статьей ректора Московского государственного университета академика В.А. Садовниченко, написанной на основе его выступления на 4-м Российском философском конгрессе и посвященной месту науки в современном мире как основной силы развития человечества. Эти идеи получили свое отражение в моих работах по динамике роста населения Земли, где показано, как знания и способность их передавать путем образования лежат в основе механизма, могущего объяснить взрывной рост человечества и тот кризис развития, к которому мы пришли. Таким образом, круг познания замкнулся. Начав с работы мозга и механизмов сознания, мы вышли к общим вопросам нашего будущего. Это подтверждает проникновенное замечание Джулиана Хаксли: «Человек — это ни что иное, как эволюция, осознавшая самое себя», приведенное в предисловии к книге Тейяр де Шардена «Феномен человека».

Как и первый выпуск альманаха, настоящий сборник не дает достаточно полного изложения рассматриваемого круга проблем, однако он,

несомненно, отражает некоторые основные темы, точки роста в области нейронаук, в значительной мере определяющие наши взгляды на науки о человеке и обществе. Правда, последнему аспекту, т.е. общественным наукам, по существу, должного внимания не уделено. Это связано как с понятным ограничением тематики, так, в еще большей степени, с тем водоразделом, который по-прежнему отграничивает естественные науки от тех, что некоторые самонадеянно называют «неестественными». Быть может, эта граница проходит на более глубоком методологическом уровне и обязана своим существованием редукционизму, царствующему в области методов познания точных наук. Несмотря на то что эти вопросы лежат за пределами тематики альманаха, они незримо отражают упомянутый водораздел.

Ряд статей, в первую очередь материалы русских авторов, написаны на основе выступлений в телевизионных передачах «Очевидное — Невероятное». Эти записи требовали большой работы по переводу из устной формы изложения в письменную, чем редакция обязана как самим авторам, так и видимому вкладу невидимых, но преданных науке и просвещению работников редакции в тот текст, который находится перед вами. В такой работе также приходится преодолевать расщепленность сознания, о которой я только что упомянул. В этом в значительной мере и состоит традиция *Scientific American* и журнала «В мире науки», его просветительская и информационная функция, которая столь актуальна для мира и страны. Поэтому в заключение редакция с благодарностью отмечает поддержку и понимание технического директора компании «ТАРИО.net» В.Г. Костюнина и ректора Российского Нового Университета В.А. Зернова, которые сделали возможным второе пришествие журнала в русскоязычный мир.

Их решимость в полной мере отвечает словам В.А. Садовниченко: «Будущее науки и наука будущего определяются отношением к ней государства и власти. И речь вовсе не о том, чтобы державой руководили исключительно ученые мужи. Но горе той стране, чье правительство полностью игнорирует науку, — у нее нет перспектив. Потому что будущее закладывается сегодня в кабинетах правительства и ученых, на промышленных предприятиях и в университетских аудиториях, более того — в умах и сердцах людей. Однако если и в дальнейшем наука, ненаучное знание и политика останутся разобщенными, будущее человечества станет еще менее предсказуемым и окажется в зоне риска. Хочется верить, что всем нам достанет мудрости выбрать верный путь для нашей цивилизации. И тогда мы увидим новое небо и новую землю».

**С.П. Капица**



**Сознание  
без мозга  
не существует,  
а без поведения  
его невозможно  
распознать.**

*Хосе Дельгадо*

# СОДЕРЖАНИЕ

## Раздел 1. Нейробиология XXI века

1. ЦЕЛЬ — САМОПОЗНАНИЕ .....	12
2. МОЗГ, ВОССТАНОВИ СЕБЯ .....	15
3. МАРИХУАНА МОЗГА, ИЛИ НОВАЯ СИГНАЛЬНАЯ СИСТЕМА .....	23
4. БИОХИМИЯ САМОУБИЙСТВА .....	31
5. МОЗГ НАРКОМАНА .....	37
6. ВИАГРА ДЛЯ МОЗГА .....	45
7. ПОДНОГОТНАЯ ГИНКГО ДВУЛОПАСТНОГО .....	53
8. ЦЕЛИТЕЛЬНАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ .....	59
9. ЧТЕНИЕ МЫСЛЕЙ .....	67

## Раздел 2. Мозг: структуры и функции

10. УПРАВЛЯЮЩИЙ МОЗГ .....	73
11. ДРУГАЯ ЧАСТЬ МОЗГА. ....	79
12. ЭТОТ ЗАГАДОЧНЫЙ МОЗЖЕЧОК .....	89
13. МЫСЛЬ УПРАВЛЯЕТ РОБОТОМ .....	97
14. ЗВУЧАЩИЕ КРАСКИ И ВКУСНЫЕ ПРИКОСНОВЕНИЯ .....	107
15. ФЕНОМЕНАЛЬНЫЙ МОЗГ .....	115
16. НА КРЫЛЬЯХ СНА .....	121
17. МУЗЫКА И МОЗГ .....	127

## Раздел 3. Психология

18. ФРЕЙД ВОЗВРАЩАЕТСЯ .....	137
19. СОЗНАНИЕ И МОЗГ .....	145
20. УСПЕХИ КОГНИТИВНЫХ НАУК .....	155
21. АЛХИМИЯ ПАМЯТИ .....	163
22. В МИРЕ СИМВОЛОВ .....	173
23. МИФОЛОГИЯ САМООЦЕНКИ .....	179
24. ИСКУССТВО БОРЬБЫ СО СТРЕССОМ .....	187

## Раздел 4. Наука о человечестве

25. ПУТЬ МУДРЕЦА .....	199
26. ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И БУДУЩЕЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА .....	207
27. ВЗРОСЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА .....	219
28. ГИБЕЛЬ ЦИВИЛИЗАЦИИ? .....	227

АВТОРЫ .....	230
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	232
ЖУРНАЛУ SCIENTIFIC AMERICAN – 160 ЛЕТ .....	236



# НЕЙРОБИОЛОГИЯ XXI ВЕКА

## I

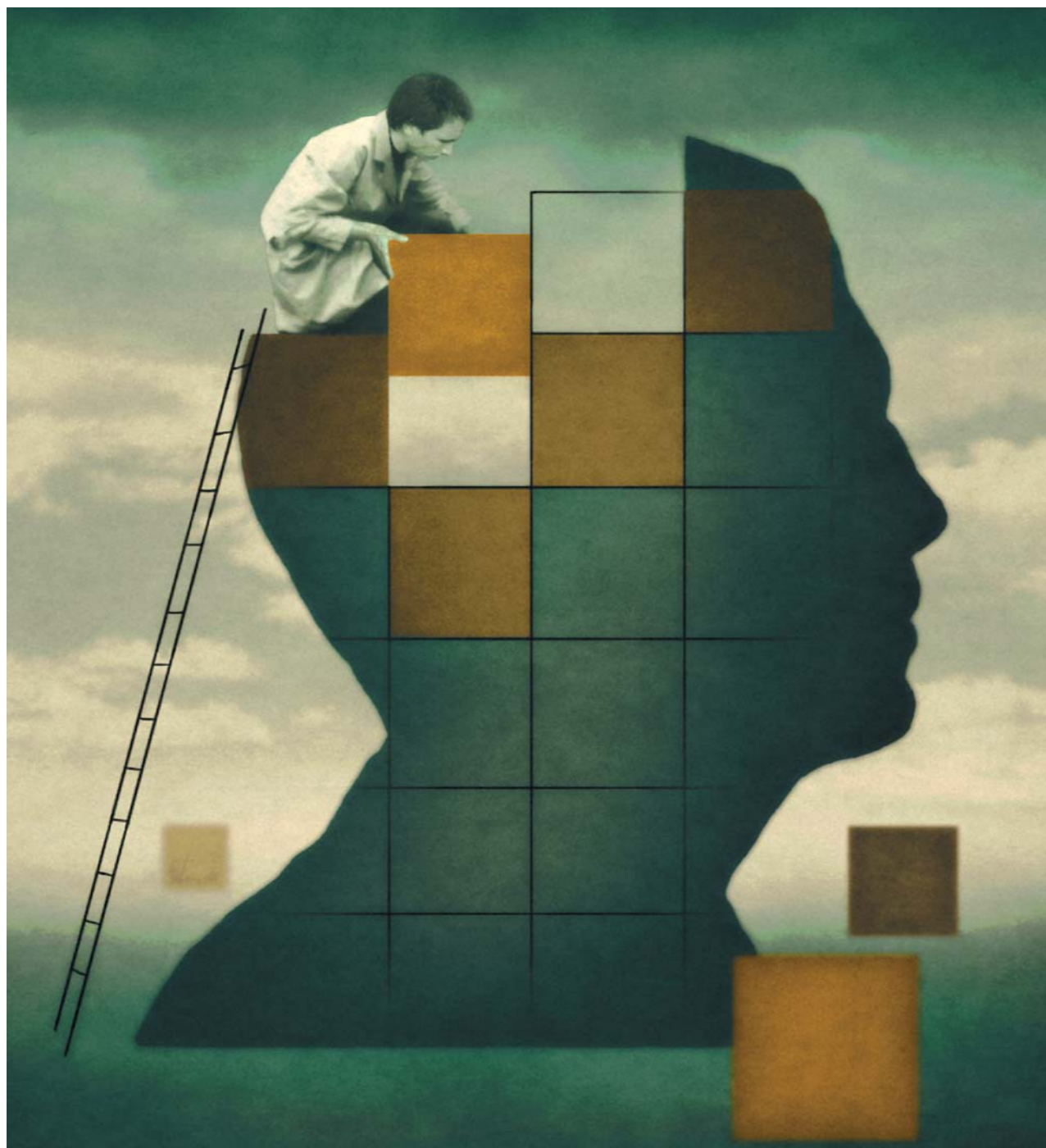
Нервная система обладает невероятной пластичностью.  
Изучение этого свойства позволит нейробиологам разработать  
новые подходы к лечению многих заболеваний  
и повышению работоспособности мозга



# ЦЕЛЬ — САМОПОЗНАНИЕ

Гэри Стикс

Мозг по-прежнему остается загадкой.  
Но это нисколько не мешает ученым пытаться  
увеличить его работоспособность



Поняв, что расшифровка работы самой сложной «машины» на свете — головного мозга — исследователям пока не по плечу, они поставили перед собой куда более скромные задачи. Наиболее значимые из них — исследования в области идентификации дефектных генов, ответственных за развитие наследственных болезней Альцгеймера и Гентингтона, а также разработка новых препаратов для лечения рассеянного склероза и других нейродегенеративных заболеваний.

Однако до сих пор остается неразгаданной одна из фундаментальных загадок нейробиологии и психологии: мы по-прежнему находимся в полном неведении относительно природы сознания. Чтобы сдвинуться с мертвой точки, ученым может потребоваться еще столетие. Иные же нейробиологи и философы полагают, что сущность человеческой психики познать невозможно. Привычные изображения мозга в виде желтых или оранжевых пятен на фоне серого вещества дают нам некоторое представление о его активности в то время, когда мы смеемся, спим или складываем числа. Такие картинки показывают, в каких областях головного мозга наиболее высок уровень кровотока. Но несмотря на все притязания томографических исследований стать френологией нового времени, они так и остаются абстракцией — шатким мостиком между мозгом и психикой.

Нейробиология, изучающая механизмы функционирования мозга, весьма преуспела в распутывании химических и электрических связей, определяющих память, движения и эмоции. Однако попытки свести восприятие чарующего голоса Марии Каллас или красочного великолепия закатного неба на Гавайях к совокупности взаимодействий между аксонами, дендритами и нейротрансмиттерами так и не объясняют всей неповторимости этих событий. Быть может, именно поэтому достижения современной нейробиологии впечатляют нас гораздо меньше, чем можно было бы ожидать.

Международные исследования, проводившиеся на протяжении 1990-х гг., позволили нейробиологам по-новому взглянуть на некоторые аспекты функционирования головного мозга и способы повышения его работоспособности. Фармакологам известно, что многие болезни поддаются эффективному лечению с помощью препаратов, механизмы действия которых неизвестны.

Было обнаружено, что мозг обладает гораздо большей пластичностью и изменчивостью, чем считалось прежде. Было установлено, что даже в зрелом возрасте он способен к самообновлению, что полностью опровергает вековые неврологические догмы. Способность некоторых областей зрелого мозга образовывать новые нервные клетки

имеет громадное значение как для практикующих врачей, так и для разработчиков новых лекарственных препаратов. Осторожная реактивация молекул, стимулирующих процесс нейрогенеза, могла бы остановить гибель нейронов при болезнях Альцгеймера и Паркинсона. Не исключено, что успехи в изучении данного явления помогут совершить переворот в лечении некоторых психических расстройств. В настоящее время гипотеза, согласно которой прозак и прочие ингибиторы обратного всасывания серотонина в синапсе, инициируя нейрогенез, способны оказывать влияние на эмоциональную сферу психики, проходит экспериментальную проверку. Если исследователям удастся понять механизмы этого процесса и научиться корректировать схему соединений между нервными клетками, то могут быть созданы новые, более эффективные лекарственные препараты против депрессии.

Мозг способен не только образовывать новые нервные клетки, но и изменять свою «монтажную схему». Понимание механизмов нейронной пластичности поможет ученым определить границы терапевтических возможностей при различных поражениях головного и спинного мозга. Несмотря на то что мечта парализованного актера Кристофера Рива не осуществилась (отмечая свое 50-летие, «Супермен» так и не поднялся на ноги), неврологов поразило, насколько быстро восстанавливается подвижность его конечностей после тяжелой травмы спинного мозга.

Понимание сложнейших механизмов взаимодействия между нейротрансмиттерами, внутриклеточными посредниками, факторами транскрипции, генами и разнообразными белками, необходимыми для образования долговременной памяти, может привести к разработке лекарственных препаратов, которые окажут действенную помощь людям, страдающим болезнью Альцгеймера и другими формами деменции. А выпускники школ, студенты и руководители компаний, возможно, вскоре смогут купить безопасные таблетки, реально улучшающие память.

Повышение работоспособности головного мозга и оптимизация его функций — дело недалекого будущего. Но когда цель будет достигнута, неизбежно возникнет этический вопрос: кто вправе пользоваться этим благом? Разделит ли «умные таблетки» общество на элиту, которой будут доступны фармакологические препараты, улучшающие память, и остальное население, которое по старинке будет заниматься полуночной зубрежкой при свете настольной лампы? Похоже, нейробиология чаще, чем какая-либо другая биологическая дисциплина, обращается к проблемам общественной справедливости. ■

(В мире науки, №12, 2003)



# МОЗГ, ВОССТАНОВИ СЕБЯ

Фред Гейдж

Человеческий мозг способен  
изменять свою структуру

**Н**а протяжении всей своей 100-летней истории нейронаука придерживалась догмы: мозг взрослого человека не подвержен изменениям. Считалось, что человек может терять нервные клетки, но не обретать новые. Действительно, если бы мозг был способен к структурным изменениям, как бы сохранялась память?

Кожа, печень, сердце, почки, легкие и кровь могут образовывать новые клетки для замены поврежденных. Вплоть до недавнего времени специалисты считали, что такая способность к регенерации не распространяется на центральную нервную систему, состоящую из головного и спинного мозга.

Однако за последние пять лет нейробиологи открыли, что мозг все же меняется в течение жизни: происходит образование новых клеток, позволяющих справиться с возникающими трудностями. Такая пластичность помогает мозгу восстанавливаться после травмы или заболевания, увеличивая свои потенциальные возможности.

Нейробиологи на протяжении десятков лет ищут способы улучшить состояние мозга. Стратегия лечения основывалась на восполнении недостатка нейромедиаторов — химических веществ, передающих сообщения нервным клеткам (нейронам). При болезни Паркинсона, например, мозг больного теряет способность вырабатывать нейромедиатор дофамин, поскольку производящие его клетки гибнут. Химический «родственник» дофамина, *L*-Допа, может временно облегчить состояние больного, но не излечить его. Для замены нейронов, погибающих при таких неврологических заболеваниях, как болезнь Гентингтона и Паркинсона, и при травмах спинного мозга, нейробиологи пытаются имплантировать стволовые клетки, полученные из эмбрионов. В последнее время исследователи заинтересовались нейронами, полученными из эмбриональных стволовых клеток человека, которые при определенных условиях можно заставить образовывать в чашках Петри любые типы клеток человеческого организма.

Несмотря на то что у стволовых клеток много преимуществ, очевидно, следует развивать способности взрослой нервной системы к самовосстановлению. Для этого необходимо ввести вещества, стимулирующие мозг к образованию собственных клеток и восстановлению поврежденных нервных цепей.

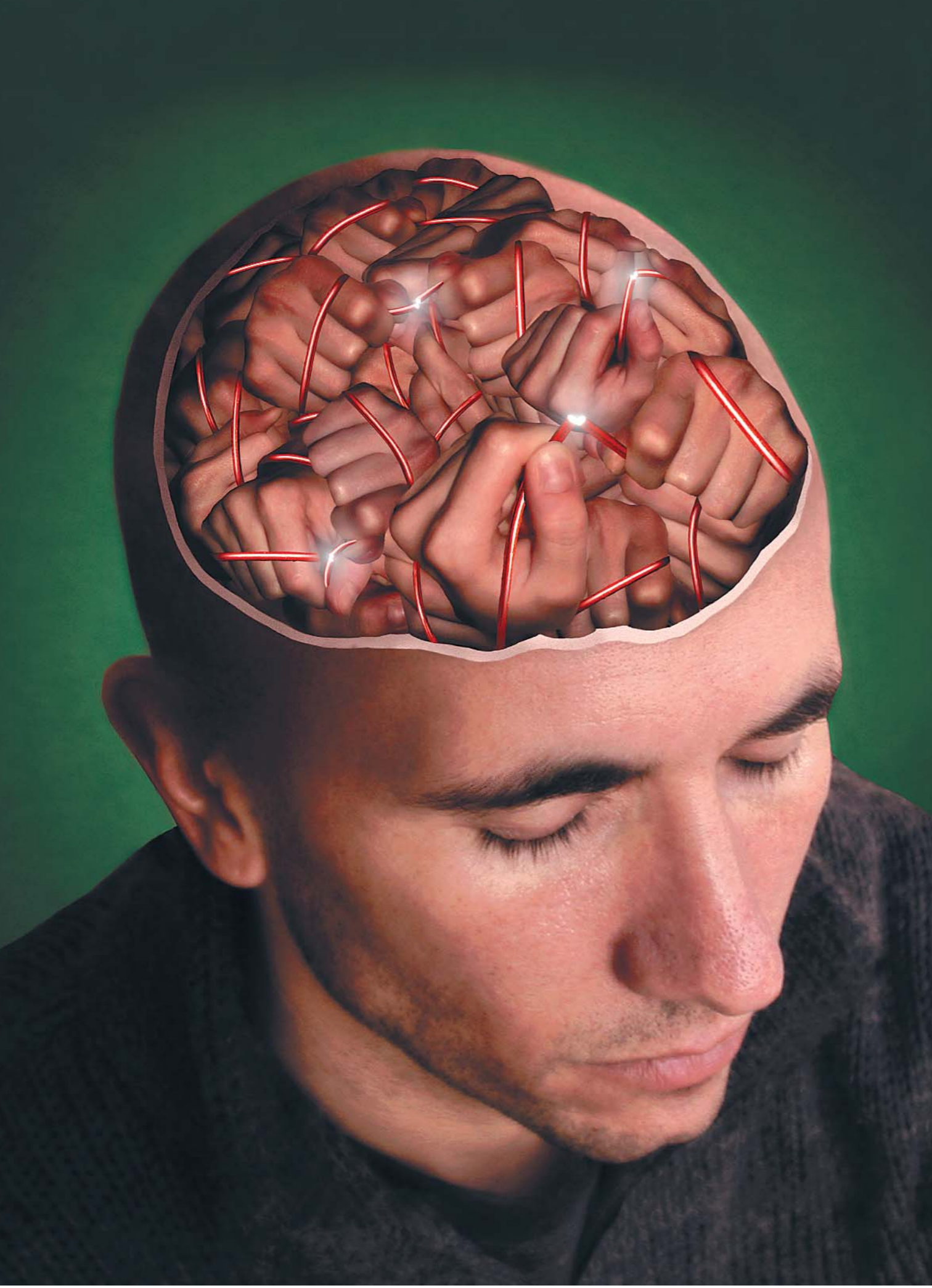
## Новорожденные нервные клетки

В 1960–70-х гг. исследователи пришли к выводу, что центральная нервная система млекопитающих способна к регенерации. Первые эксперименты показали, что основные ветви нейронов взрослого головного и спинного мозга — аксоны — могут восстанавливаться после повреждения. Вскоре было обнаружено рождение новых нейронов в мозге взрослых птиц, обезьян и людей, т.е. нейрогенез.

Возникает вопрос: если центральная нервная система может образовывать новые нейроны, способна ли она восстанавливаться в случае болезни или травмы? Для того чтобы ответить на него, необходимо понять, как происходит нейрогенез во взрослом мозге и каким образом можно его стимулировать.

Рождение новых клеток происходит постепенно. Так называемые мультипотентные стволовые клетки в мозге периодически начинают делиться, давая начало другим стволовым клеткам, которые могут вырасти в нейроны или опорные клетки, называемые глией. Но для созревания новорожденные клетки должны избегать влияния мультипотентных стволовых клеток, что удается лишь половине из них — остальные гибнут. Такое расточительство напоминает процесс, происходящий в организме до рождения и в раннем детстве, когда возникает больше нервных клеток, чем необходимо для образования мозга. Выживают только те из них, которые формируют действующие связи с другими.

Станет ли уцелевшая молодая клетка нейроном или глиальной клеткой, зависит от того, в каком участке мозга она окажется и какие процессы будут происходить в этот период. Новому



нейрону требуется более месяца, чтобы начать полноценно функционировать, посылать и принимать информацию. Таким образом, нейрогенез представляет собой не одномоментное событие, а процесс, который регулируется веществами, называемыми факторами роста. Например, фактор, названный «звуковой еж» (*sonic hedgehog*), обнаруженный впервые у насекомых, регулирует способность незрелых нейронов к пролиферации. Фактор *notch* и класс молекул, названных морфогенетическими протеинами кости, видимо, определяют, станет ли новая клетка глиальной или нервной. Как только это произойдет, другие факторы роста, такие как мозговой нейротрофический фактор (*BDNF*), нейротрофины и инсулинподобный фактор роста (*IGF*), начинают поддерживать жизнедеятельность клетки, стимулируя ее созревание.

### Место действия

Новые нейроны возникают во взрослом мозге млекопитающих не случайно и, по всей видимости, образуются только в заполненных жидкостью пустотах в переднем мозге — в желудочках, а также в гиппокампе — структуре, спрятанной глубоко в мозге, имеющей форму морского конька. Нейробиологи доказали, что клетки, которым суждено стать нейронами, перемещаются из желудочков в обонятельные луковицы, которые получают информацию от клеток, расположенных в слизистой носа и чувствительных к запаху. Никто точно не знает, почему обонятельной луковице требуется столько новых нейронов. Легче предположить, зачем они нужны гиппокампу: поскольку эта структура важна для запоминания новой информации, дополнительные нейроны, вероятно, способствуют упрочению связей между нервными клетками, повышая способность мозга обрабатывать и хранить сведения.

Процессы нейрогенеза также обнаружены за пределами гиппокампа и обонятельной луковицы,

### ОБЗОР: НОВЫЕ НЕРВНЫЕ КЛЕТКИ ВО ВЗРОСЛОМ МОЗГЕ

- Иногда факторы роста, присутствующие в мозге, могут вызывать образование новых клеток.
- Либо факторы роста, либо вещества, стимулирующие их выделение и вводимые извне, могут помочь при различных заболеваниях и травмах головного и спинного мозга.
- Теоретически факторы роста могут улучшить работу и здорового мозга, однако пока не ясно, насколько это реально.

например, в префронтальной коре — обители интеллекта и логики, а также в других областях взрослого головного и спинного мозга. Последнее время появляются все новые подробности о молекулярных механизмах, управляющих нейрогенезом, и о химических стимулах, регулирующих его, и мы вправе надеяться, что со временем можно будет искусственно стимулировать нейрогенез в любой части мозга. Зная, как факторы роста и локальное микроокружение управляют нейрогенезом, исследователи рассчитывают создать методы лечения, позволяющие восстановить больной или поврежденный мозг.

С помощью стимулирования нейрогенеза можно улучшить состояние пациента при некоторых неврологических заболеваниях. Например, причина инсульта — закупорка сосудов головного мозга, в результате чего из-за недостатка кислорода гибнут нейроны. После инсульта в гиппокампе начинает развиваться нейрогенез, стремящийся «вылечить» поврежденную ткань мозга с помощью новых нейронов. Большинство новорожденных клеток гибнет, однако некоторые успешно мигрируют к поврежденному участку и превращаются в полноценные нейроны. Несмотря на то что для компенсации повреждений при тяжелом инсульте этого недостаточно, нейрогенез может помочь мозгу после микроинсультов, которые часто проходят незамеченными. Сейчас нейробиологи пытаются применять васкуло-эпидермальный фактор роста (*VEGF*) и фактор роста фибробластов (*FGF*) для усиления естественного восстановления.

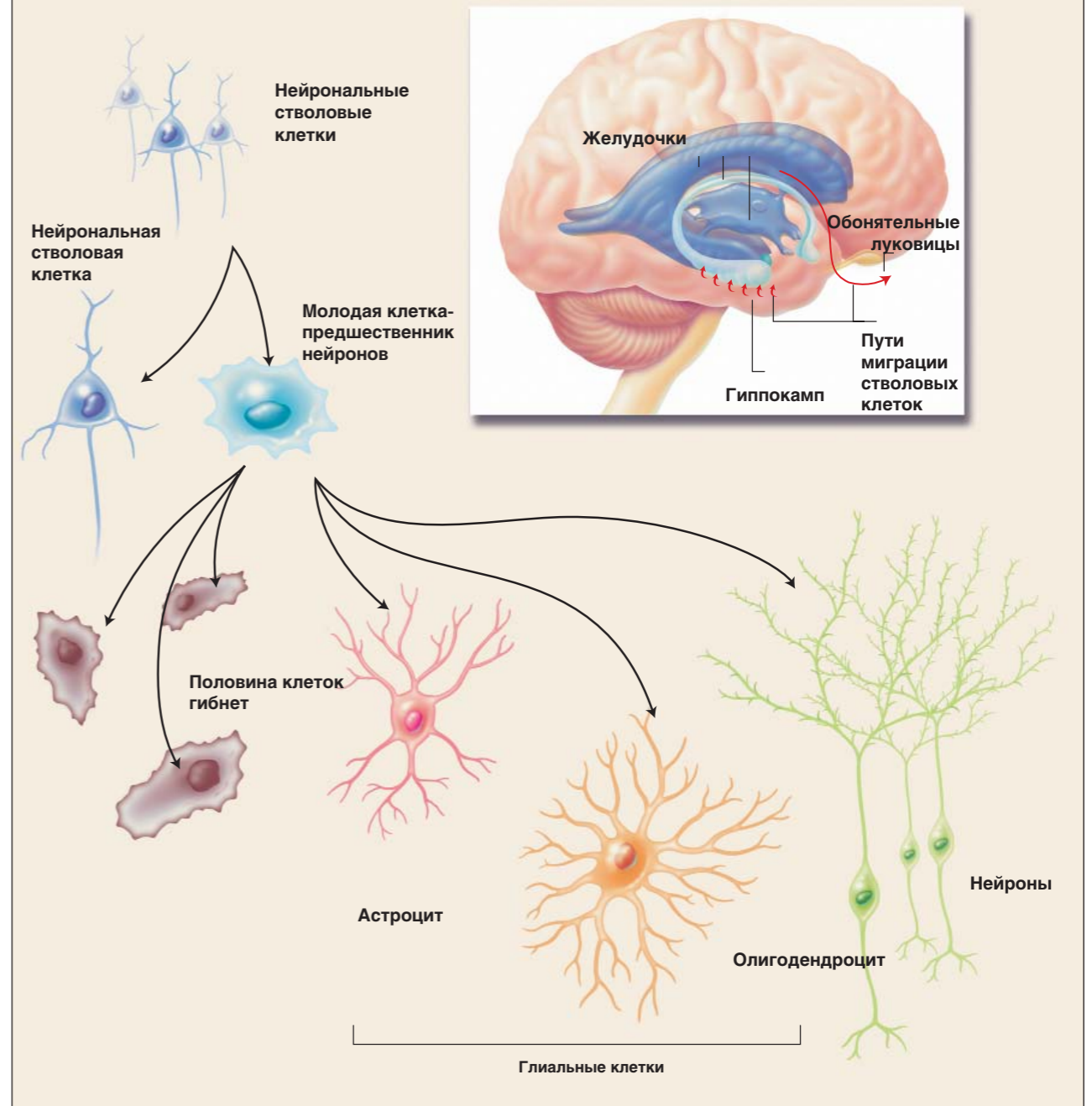
Оба вещества представляют собой крупные молекулы, которые с трудом преодолевают гематоэнцефалический барьер, т.е. сеть тесно переплетенных клеток, выстилающих кровеносные сосуды мозга. В 1999 г. биотехнологическая компания *Wyeth-Ayerst Laboratories and Scios* из Калифорнии приостановила клинические испытания *FGF*, применяемого для лечения инсульта, поскольку его молекулы не попадали в мозг. Некоторые исследователи пытались решить эту задачу, соединяя молекулу *FGF* с другой, которая вводила клетку в заблуждение и заставляла ее захватывать весь комплекс молекул и переносить его в ткань мозга. Другие ученые методами генной инженерии создавали клетки, вырабатывающие *FGF*, и трансплантировали их в мозг. Пока подобные эксперименты проводились лишь на животных.

Стимулирование нейрогенеза может оказаться действенным при лечении депрессии, главной причиной которой (помимо генетической

### КАК МОЗГ СОЗДАЕТ НОВЫЕ НЕЙРОНЫ

Нейрональные стволовые клетки дают начало новым клеткам мозга. Они периодически делятся в двух основных областях: в желудочках (фиолетовый цвет), которые заполнены спинномозговой жидкостью, питающей центральную нервную систему, и в гиппокампе (голубой цвет) — структуре, необходимой для обучения и памяти. При пролиферации стволовых клеток (внизу) образуются новые стволовые клетки и клетки-предшественники, которые могут превратиться либо в нейроны, либо в поддерживающие клетки, называемые глиальными (астроциты и дендроциты). Однако

дифференцировка новорожденных нервных клеток может произойти только после того, как они уйдут прочь от своих предков (красные стрелки), что удается в среднем лишь половине из них, а остальные гибнут. Во взрослом мозге новые нейроны были обнаружены в гиппокампе и обонятельных луковицах, необходимых для восприятия запахов. Ученые надеются заставить взрослый мозг восстанавливаться, вызывая деление и развитие нейрональных стволовых клеток или клеток-предшественников там и тогда, где и когда это необходимо.

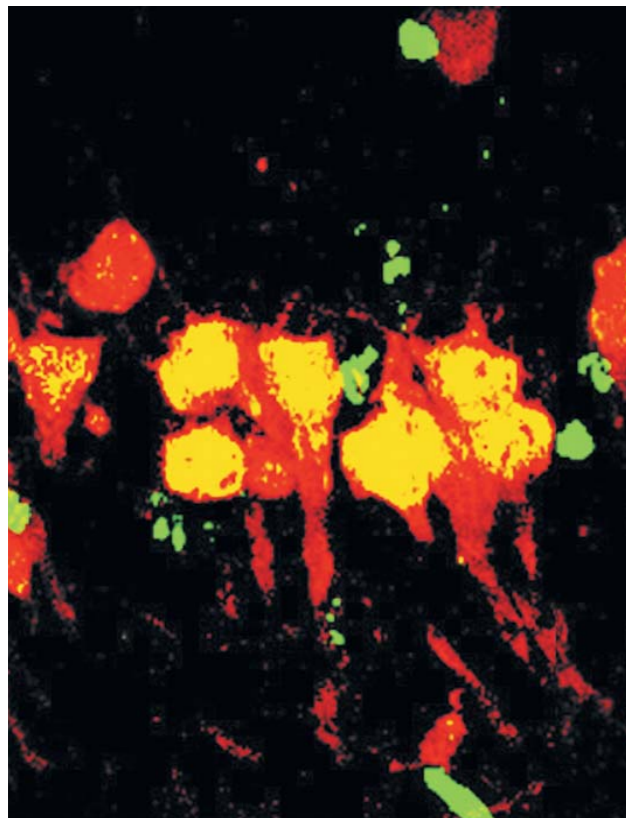


### СТВОЛОВЫЕ КЛЕТКИ КАК МЕТОД ЛЕЧЕНИЯ

Потенциальным средством для восстановления поврежденного мозга исследователи считают два типа стволовых клеток. Во-первых, нейрональные стволовые клетки взрослого мозга: редкие первичные клетки, сохранившиеся от ранних стадий эмбрионального развития, обнаруженные как минимум в двух областях мозга. Они могут делиться на протяжении всей жизни, давая начало новым нейронам и поддерживающим клеткам, называемым глией. Ко второму типу относятся человеческие эмбриональные стволовые клетки, выделенные из зародышей на очень ранней стадии развития, когда весь эмбрион состоит примерно из ста клеток. Такие эмбриональные стволовые клетки могут давать начало любым клеткам организма.

В большинстве исследований производится наблюдение за ростом нейрональных стволовых клеток в культуральных чашках. Они могут там делиться, их можно генетически пометить и затем трансплантировать назад в нервную систему взрослого индивидуума. В экспериментах, которые пока проводились только на животных, клетки хорошо приживаются и могут дифференцироваться в зрелые нейроны в двух областях мозга, где образование новых нейронов происходит и в норме, — в гиппокампе и в обонятельных луковицах. Однако в других областях нейрональные стволовые клетки, взятые из взрослого мозга, не торопятся становиться нейронами, хотя могут стать глией. Проблема со взрослыми нейрональными стволовыми клетками

состоит в том, что они пока еще незрелые. Если взрослый мозг, в который их пересадили, не будет вырабатывать сигналы, необходимые для стимуляции их развития в определенный тип нейронов — например в гиппокампальный нейрон, — они либо погибнут, либо станут глиальной клеткой, либо так и останутся недифференцированной стволовой клеткой. Для решения этого вопроса необходимо определить, какие биохимические сигналы заставляют нейрональную стволовую клетку стать нейроном данного типа, и затем направить развитие клетки по такому пути прямо в культуральной чашке. Ожидается, что после трансплантации в заданный участок мозга эти клетки останутся нейронами того же типа, сформируют связи и начнут функционировать.



Новые нейроны (желтого цвета) в мозге крысы, перенесшей инсульт, через месяц после введения нейрональных факторов роста

предрасположенности) считается хронический стресс, ограничивающий, как известно, количество нейронов в гиппокампе. Многие из выпускаемых лекарственных средств, показанных при депрессии, в том числе прозак, усиливают нейрогенез у животных. Интересно, что для снятия депрессивного синдрома с помощью этого препарата требуется один месяц — столько же, сколько и для осуществления нейрогенеза. Возможно, депрессия отчасти вызвана замедлением данного процесса в гиппокампе. Последние клинические исследования с применением методов визуализации нервной системы подтвердили, что у пациентов с хронической депрессией гиппокамп меньше, чем у здоровых людей. Длительное применение антидепрессантов, похоже, подстегивает нейрогенез: у грызунов, которым давали эти препараты на протяжении нескольких месяцев, в гиппокампе возникали новые нейроны.

#### Помоги мозгу

Еще одно заболевание, провоцирующее нейрогенез, — болезнь Альцгеймера. Как показали недавние исследования, в органах мыши, которой были введены гены человека, пораженные болезнью Альцгеймера, обнаружены различные отклонения нейрогенеза от нормы. В результате такого вмешательства у животного

в избытке вырабатывается мутантная форма предшественника человеческого амилоидного пептида, и уровень нейронов в гиппокампе падает. А гиппокамп мышей с мутантным геном человека, кодирующим белок пресенилин, обладал малым количеством делящихся клеток и, соответственно, меньшим числом выживших нейронов. Введение *FGF* непосредственно в мозг животных ослабляло тенденцию; следовательно, факторы роста могут стать хорошим средством лечения этого разрушительного заболевания.

Следующий этап исследований — факторы роста, управляющие различными стадиями нейрогенеза (т.е. рождением новых клеток, миграцией и созреванием молодых клеток), а также факторы, тормозящие каждый этап. Для лечения таких заболеваний, как депрессия, при которой снижается количество делящихся клеток, необходимо найти фармакологические вещества или другие методы воздействия, усиливающие пролиферацию клеток. При эпилепсии, видимо, новые клетки рождаются, но затем мигрируют в ложном направлении, и нужно понять, как направить «заблудшие» нейроны по правильному пути. При злокачественной глиоме мозга глиальные клетки пролиферируют

и образуют смертельно опасные разрастающиеся опухоли. Хотя причины возникновения глиомы еще не ясны, некоторые полагают, что она возникает в результате неконтролируемого разрастания стволовых клеток мозга. Лечить глиому можно с помощью природных соединений, регулирующих деление таких стволовых клеток.

Для лечения инсульта важно выяснить, какие факторы роста обеспечивают выживание нейронов и стимулируют превращение незрелых клеток в здоровые нейроны. При таких заболеваниях, как болезнь Гентингтона, амиотрофический боковой склероз (АЛС) и болезнь Паркинсона (когда гибнут совершенно конкретные типы клеток, что ведет к развитию специфических когнитивных или моторных симптомов), данный процесс происходит наиболее часто, поскольку клетки, с которыми связаны эти болезни, располагаются в ограниченных областях.

Возникает вопрос: как управлять процессом нейрогенеза при том или ином типе воздействия, чтобы контролировать количество нейронов, поскольку их избыток также представляет опасность? Например, при некоторых формах эпилепсии нейрональные стволовые клетки продолжают делиться даже после того, как новые нейроны уже

### УСТАНАВЛИВАЯ ВАЖНЫЕ СВЯЗИ

Поскольку проходит около месяца с момента деления нейрональной стволовой клетки до тех пор, пока ее потомок не включится в функциональные цепи мозга, роль этих новых нейронов в поведении, вероятно, определяется не столько родословной клетки, сколько тем, как новые и уже существующие клетки соединяются друг с другом (образуя синапсы) и с существующими нейро-

нами, формируя нервные цепи. В процессе синаптогенеза так называемые шипики на боковых отростках, или дендритах, одного нейрона соединяются с основной ветвью, или аксоном, другого нейрона. Как показывают недавние исследования, дендритные шипики (внизу) могут менять свою форму в течение нескольких минут. Это свидетельствует о том, что синаптогенез может

лежать в основе обучения и памяти. Одноцветные микрофотографии мозга живой мыши (красная, желтая, зеленая и голубая) были сделаны с интервалом в одни сутки. Многоцветное изображение (крайнее справа) представляет собой те же фотографии, наложенные друг на друга. Участки, не претерпевшие изменений, выглядят практически белыми.



НЕКОТОРЫЕ НЕЙРОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ РОСТА В ФОКУСЕ ИССЛЕДОВАНИЙ			
Возможно, эти факторы будут применяться как лекарство либо ученые разработают другие		вещества, которые будут стимулировать или блокировать действие этих факторов.	
НАЗВАНИЕ	ФУНКЦИЯ	ЗАБОЛЕВАНИЕ	НЕКОТОРЫЕ КОМПАНИИ, ЗАНЯТЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯМИ
Мозговой нейротрофический фактор ( <i>BDNF</i> )	Поддерживает жизнедеятельность новых нейронов	Депрессия (более не исследуется в отношении амиотрофического латерального склероза — АЛС)	<i>Amgen</i> , штат Калифорния
Цилиарный нейротрофический фактор ( <i>CNTF</i> )	Не дает новым нейронам погибнуть	Болезнь Гентингтона (также проверяется от ожирения)	<i>Regeneron Pharmaceuticals</i> , Территаун, штат Нью-Йорк
Эпидермальный фактор роста ( <i>EGF</i> )	Стимулирует деление стволовых клеток мозга	Мозговые опухоли и инсульт	<i>ImClone Systems</i> , г. Нью-Йорк
Фактор роста фибробластов ( <i>FGF</i> )	В небольших количествах обеспечивает выживание различных типов клеток; в больших концентрациях вызывает пролиферацию клеток	Мозговые опухоли и инсульт	<i>Via-Cell</i> , г. Бостон
Глиальный нейротрофический фактор ( <i>GDNF</i> )	Вызывает рост новых отростков у моторных нейронов; защищает от гибели клетки, исчезающие при болезни Паркинсона	Болезнь Паркинсона и АЛС	<i>Amgen</i>
Глиальный фактор роста-2 ( <i>GGF-2</i> )	Способствует возникновению глиальных (опорных) клеток	Травма спинного мозга, рассеянный склероз и шизофрения	<i>Acorda Therapeutics</i> , Хоторн, штат Нью-Йорк
Инсулинподобный фактор роста ( <i>IGF</i> )	Стимулирует образование как нейронов, так и глиальных клеток	Рассеянный склероз, травма спинного мозга, АЛС и старческое слабоумие	<i>Cephalon</i> , Уэст-Честер, штат Пенсильвания
Нейротрофин-3 ( <i>NT-3</i> )	Способствует формированию олигодендроцитов (разновидности глиальных клеток)	Рассеянный склероз, травма спинного мозга и АЛС	<i>Amgen</i> и <i>Regeneron Pharmaceuticals</i>

утрачивают способность устанавливать полезные связи. Нейробиологи предполагают, что «неправильные» клетки остаются незрелыми и оказываются в ненужном месте, формируя т.н. фикальные корковые дисплазии (ФКД), генерирующие эпилептиформные разряды и вызывая эпилептические припадки. Не исключено, что введение факторов роста при инсульте, болезни Паркинсона и других заболеваниях может заставить нейрональные стволовые клетки делиться чересчур быстро и привести к сходным симптомам. Поэтому исследователи должны сначала изучить применение факторов роста для индукции рождения, миграции и созревания нейронов.

При лечении травм спинного мозга, АЛС или рассеянного склероза необходимо заставить стволовые клетки производить олигодендроциты, одну из разновидностей глиальных клеток. Они необходимы для коммуникации нейронов друг с другом, поскольку изолируют длинные аксоны, проходящие от одного нейрона к другому, предотвращая рассеяние проходящего по аксону электрического сигнала. Известно, что стволовые клетки в спинном мозге обладают способностью время от времени производить олигодендроциты. Исследователи применили факторы роста для стимулирования данного процесса у животных с травмой спинного мозга и получили положительные результаты.

### Зарядка для мозга

Одна из важных особенностей нейрогенеза в гиппокампе состоит в том, что персональный опыт индивидуума может влиять на скорость деления клеток, количество выживших молодых нейронов и их способность встраиваться в нервную сеть. Например, когда взрослых мышей переселяют из обычных и тесных клеток в более удобные и просторные, у них происходит значительное усиление нейрогенеза. Исследователи обнаружили, что тренировки мышей в колесе для бега достаточно для того, чтобы удвоить количество делящихся клеток в гиппокампе, что ведет к резкому увеличению числа новых нейронов. Интересно, что регулярная физическая нагрузка может снять депрессию у людей. Возможно, это происходит благодаря активации нейрогенеза.

Если ученые научатся управлять нейрогенезом, то наши представления о заболеваниях и травмах мозга кардинально изменятся. Для лечения можно будет использовать вещества, избирательно стимулирующие определенные этапы нейрогенеза. Фармакологическое воздействие

будет сочетаться с физиотерапией, усиливающей нейрогенез и стимулирующей определенные области мозга к встраиванию в них новых клеток. Учет взаимосвязей между нейрогенезом и умственной и физической нагрузками позволит снизить риск возникновения неврологических заболеваний и усилить природные репаративные процессы в мозге.

Путем стимуляции роста нейронов в мозге здоровые люди получают возможность улучшить состояние своего организма. Однако вряд ли им понравятся инъекции факторов роста, с трудом проникающих сквозь гематоэнцефалический барьер после введения в кровоток. Поэтому специалисты ищут препараты, которые можно было бы выпускать в виде таблеток. Подобное лекарство позволит стимулировать работу генов, кодирующих факторы роста, непосредственно в мозге человека.

Улучшить деятельность мозга возможно также путем генной терапии и трансплантации клеток: искусственно выращенные клетки, производящие конкретные факторы роста, можно имплантировать в определенные области мозга человека. Также предлагается вводить в организм человека гены, кодирующие производство различных факторов роста, и вирусы, способные доставить эти гены до нужных клеток мозга.

Пока не ясно, какой из методов окажется наиболее перспективным. Исследования, проведенные на животных, показывают, что применение факторов роста может нарушить нормальное функционирование мозга. Процессы роста могут вызвать образование опухолей, а трансплантированные клетки — выйти из-под контроля и спровоцировать развитие рака. Такой риск может быть оправдан только при тяжелых формах болезни Гентингтона, Альцгеймера или Паркинсона.

Оптимальный способ стимулирования деятельности мозга — интенсивная интеллектуальная деятельность в сочетании со здоровым образом жизни: физическая нагрузка, хорошее питание и полноценный отдых. Экспериментально подтверждается и то, что на связи в мозге влияет окружающая среда. Возможно, когда-нибудь в жилых домах и офисах люди будут создавать и поддерживать специально обогащенную среду для улучшения функционирования мозга.

Если науке удастся понять механизмы самовосстановления нервной системы, то в скором будущем исследователи овладеют методами, позволяющими использовать собственные ресурсы мозга для его восстановления и совершенствования. ■

(В мире науки, № 12, 2003)



# МАРИХУАНА МОЗГА, ИЛИ НОВАЯ СИГНАЛЬНАЯ СИСТЕМА

Роджер Найколл и Бредли Элджер

Изучение природных соединений, имитирующих действие марихуаны, поможет исследователям не только понять природу боли, тревоги, фобий, но и разработать новые подходы к их лечению

**М**арихуана — вещество со сложной судьбой. У одних людей она ассоциируется с образом застывшего в свинцовом ступоре наркомана, у других — с приятной релаксацией, помогающей снять напряжение, у третьих — с надеждой избавиться от мучительной хронической боли. Каждый человек испытал на себе ее действие: наш головной мозг вырабатывает собственную «марихуану», т.е. химические соединения эндоканнабиноиды, обязанные своим названием конопле посевной (*Cannabis sativa*).

Изучение эндоканнабиноидов в последние годы привело к удивительным открытиям. Например, исследователи обнаружили в мозге совершенно новую сигнальную систему, о существовании которой еще 15 лет назад никто и не подозревал. Понимание механизмов ее деятельности может привести к разработке новых методов лечения тревоги, боли, тошноты, тучности, травм головного мозга и многих других нарушений.

## Бурное прошлое

Марихуана и ее разнообразные *alter ego* (банг, гашиш и др.) стали наиболее употребляемыми в мире психоактивными продуктами. В различных культурах коноплю и марихуану использовали по-разному. Несмотря на то что обезболивающие и психоактивные свойства марихуаны были хорошо известны в Древнем Китае, Греции и Риме, здесь коноплю выращивали в основном ради волокон для изготовления веревок и тканей. С этой же целью ее культивировали и в Древней Греции и Древнем Риме. Однако в других странах прежде всего ценились наркотические свойства марихуаны. Так, в Индии конопля была непременным атрибутом религиозных церемоний. В Средние века ее широко использовали в арабских странах, в XV в. в Ираке с ее

помощью лечили эпилепсию, а в Египте применяли как опьяняющее средство. В этом качестве ее начали использовать и европейцы после завоевания Египта Наполеоном. Во времена работорговли конопля попала из Африки в Мексику, на острова Карибского моря и в Южную Америку.

В США марихуану начали употреблять сравнительно недавно. Во второй половине XIX и в начале XX в. препараты из конопля, применявшиеся для лечения мигрени, язвы желудка и многих других заболеваний, продавались без ограничений. Благодаря мексиканским иммигрантам с ее наркотическими свойствами познакомилась жители Нового Орлеана и других крупных городов, где особую популярность она завоевала в среде джазовых музыкантов. В начале 1930-х гг. против «марихуановой дури» было проведено несколько мощных лоббистских кампаний, и в 1937 г. конгресс США, вопреки рекомендациям Американской медицинской ассоциации, принял закон, облагавший торговлю марихуаной такими высокими налогами, что ее использование фактически оказалось невыгодным. С тех пор в американском обществе она остается одним из самых «противоречивых» лекарственных препаратов. Несмотря на все попытки изменить юридический статус марихуаны, она (наряду с героином и ЛСД) продолжает фигурировать в федеральном перечне опасных и терапевтически бесполезных веществ.

Между тем марихуана, без сомнения, оказывает и благотворное терапевтическое воздействие. Она оказывает противосудорожное действие, облегчает боль, снимает тревогу, предотвращает гибель поврежденных нейронов, подавляет рвоту и усиливает аппетит, улучшая тем самым состояние раковых больных, страдающих значительной потерей веса вследствие химиотерапии.

### Каннабиноиды и их рецепторы

Исследователям потребовалось много времени, чтобы понять механизмы столь разнообразного воздействия марихуаны. В 1964 г. Рафаэл Мехулам (Raphael Mechoulam) из Еврейского университета в Иерусалиме установил, что соединением, ответственным за основное фармакологическое действие марихуаны, служит дельта-9-тетрагидроканнабинол (ТГК). Перед исследователями встала задача идентифицировать рецепторы, связывающие ТГК.

Рецепторы — белки, расположенные на поверхности всех клеток организма (в том числе и нейронов), способны распознавать специфические молекулы, связывать их и вызывать соответствующие изменения в клетке. Одни рецепторы снабжены заполненными водой порами (каналами), по которым ионы химических веществ проникают внутрь клеток или выходят из них наружу, изменяя величину электрических потенциалов внутри и снаружи клетки.

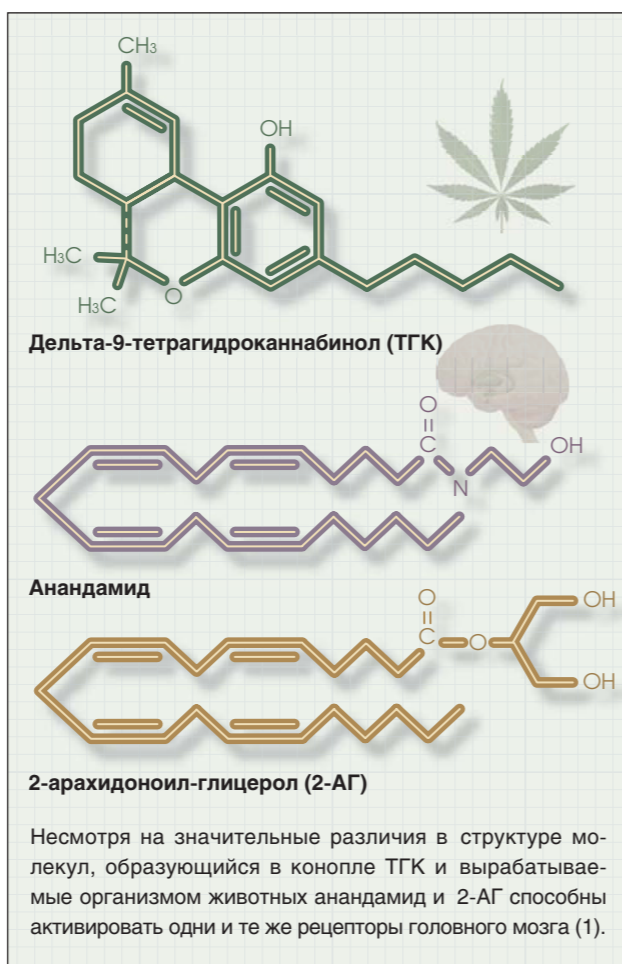
Рецепторы другого типа лишены ионных каналов, но сопряжены с особыми G-белками, активация которых вызывает в клетках сложные каскады сигнальных биохимических реакций, нередко приводящих к изменению проницаемости ионных каналов.

В 1988 г. исследователи из Университета в Сент-Луисе поместили радиоактивной меткой одно из химических производных ТГК. Они ввели его крысам и обнаружили, что оно взаимодействует с молекулярными структурами мозга, получившими название каннабиноидных рецепторов *CB1*. (Позднее были открыты каннабиноидные рецепторы другого типа, *CB2*, функционирующие за пределами головного и спинного мозга и связанные с иммунной системой.)

Вскоре было обнаружено, что *CB1* — одни из самых многочисленных рецепторов мозга, сопряженных с G-белком. Наиболее высокая их

#### ОБЗОР: МАРИХУАНА ГОЛОВНОГО МОЗГА

- Марихуана влияет на поведение, воздействуя на рецепторы эндоканнабиноидов — соединений, вырабатываемых головным мозгом.
- Эндоканнабиноиды участвуют в регуляции боли, тревоги, аппетита, рвоты и некоторых других физиологических функций. Многообразие реакций, возникающих при употреблении марихуаны, можно объяснить широким спектром действия эндоканнабиноидов.
- По мнению ученых, создание препаратов, способных имитировать благотворное действие марихуаны, поможет в разработке новых подходов к лечению многих заболеваний.



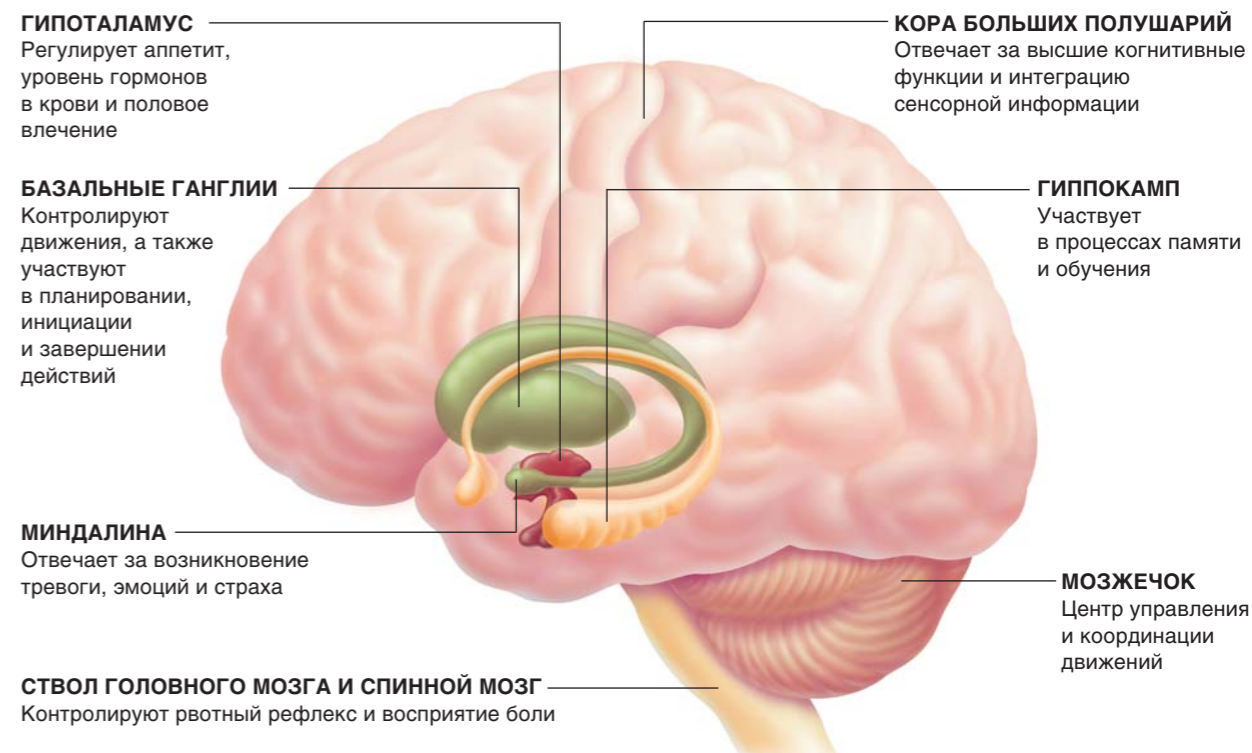
плотность выявлена в коре больших полушарий, гиппокампе, гипоталамусе, мозжечке, базальных ганглиях, мозговом стволе, спинном мозге и миндалине. Такое распределение *CB1* хорошо объясняет многообразие действия марихуаны. Психоактивное воздействие вещества связано с его влиянием на кору больших полушарий. За ухудшение памяти у курильщиков марихуаны отвечает гиппокамп (мозговая структура, участвующая в формировании следов памяти). Нарушение двигательных функций развивается в результате воздействия марихуаны на мозговые центры двигательного контроля. В стволе мозга и спинном мозге она вызывает облегчение боли (ствол мозга, кроме того, контролирует рвотный рефлекс). Гипоталамус участвует в регуляции аппетита, а миндалина — эмоциональных реакций. Таким образом, разнообразие воздействия марихуаны связано с ее влиянием на основные структуры мозга.

Исследования показали, что каннабиноидные рецепторы встречаются лишь на нейронах определенного типа, причем их расположение носит

### МАРИХУАНА И ГОЛОВНОЙ МОЗГ

Марихуана, наркотическое вещество, получаемое из конопли посевной (*Cannabis sativa*), связывается рецепторами собственных каннабиноидов головного мозга во многих его отделах. Создание препаратов, способных

прицельно воздействовать на определенные структуры головного мозга, позволит избирательно корректировать те или иные физиологические функции.



весьма своеобразный характер. *CB1* сосредоточены на нейронах, высвобождающих гамма-аминомасляную кислоту (ГАМК) — главный тормозный нейротрансмиттер головного мозга (под влиянием ГАМК нервные клетки прекращают генерировать электрические импульсы). Особенно плотно *CB1* распределены около синапсов — области контакта двух нейронов. Такое расположение каннабиноидных рецепторов заставило исследователей предположить, что они участвуют в передаче нервных сигналов через ГАМК-синапсы.

#### Уроки опия

Зачем сигнальной системе головного мозга нужен рецептор, связывающий вещество растительного происхождения? Такой же вопрос возник и в 1970-е гг. в связи с морфином — соединением, получаемым из мака и связываемым в мозге опиатными рецепторами. Было обнаружено, что человеческий мозг вырабатывает собственные опиоиды — эндорфины и энкефалины, а морфин «оккупирует» рецепторы собственных опиоидов мозга.

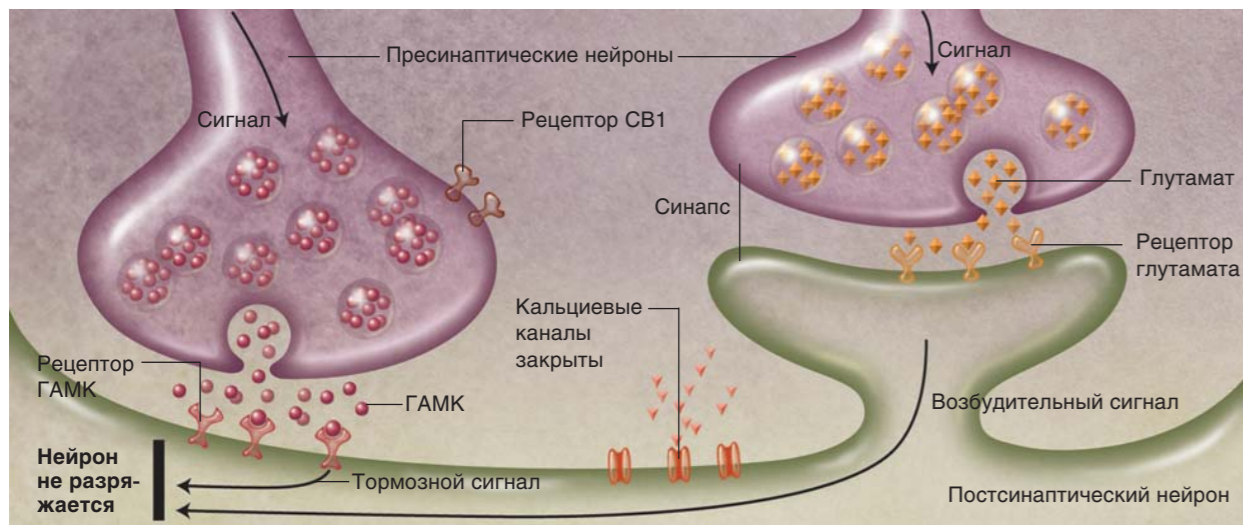
Исследователи предположили, что нечто похожее может происходить и с ТГК и каннабиноидными рецепторами. В 1992 г., спустя 28 лет после идентификации ТГК, Мехулам показал, что головной мозг вырабатывает жирную кислоту, которая способна связываться с рецепторами *CB1* и имитировать действие марихуаны. Ученый назвал выявленное соединение анандамидом (от санскритского слова «ананда» — блаженство). Позднее был обнаружен еще один липид с такими же свойствами, 2-арахинонил-глицерол (2-АГ), содержание которого в некоторых отделах головного мозга оказалось даже более высоким, чем анандамид. Эти два соединения и представляют собой главные эндогенные каннабиноиды головного мозга, или эндоканнабиноиды. Марихуана, обладая большим химическим сходством с эндоканнабиноидами, способна активировать каннабиноидные рецепторы мозга.

Обычные нейротрансмиттеры представляют собой растворимые в воде вещества, хранящиеся в крошечных пузырьках в тонких окончаниях

**МАРИХУАНА И ГОЛОВНОЙ МОЗГ**

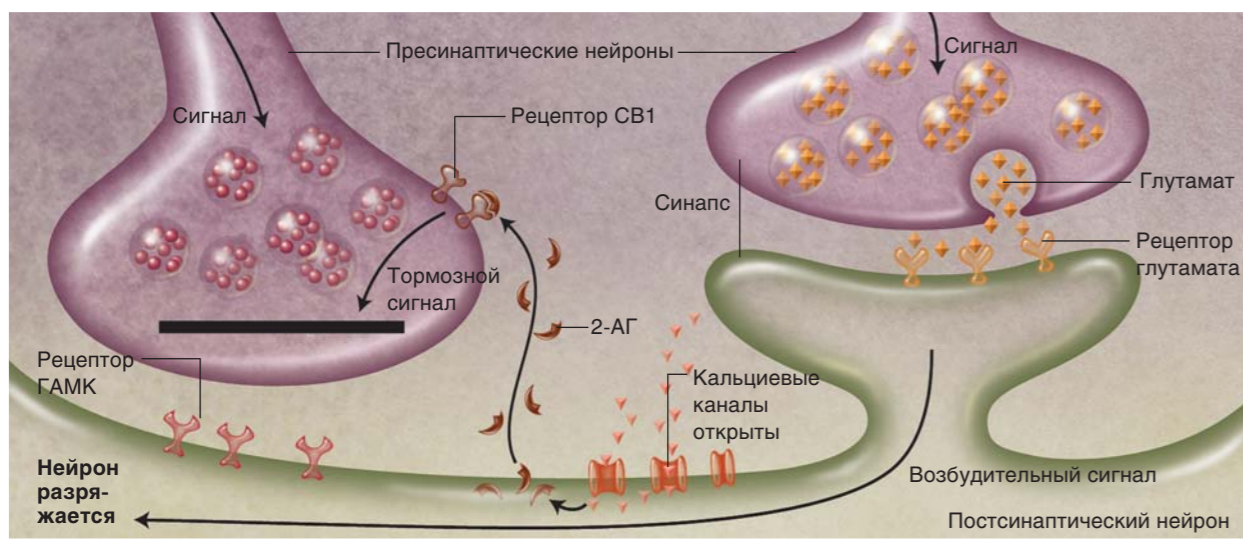
Исследователи обнаружили, что эндогенные каннабиноиды участвуют в ретроградной передаче нервных сигналов, т.е. в прежде не известном способе взаимодействия нервных клеток в головном мозге. Эндоканнабиноиды диффундируют не от пресинаптического к постсинаптическому нейрону,

а в обратном направлении. Эндоканнабиноид 2-АГ, высвобожденный постсинаптическим нейроном, может, например, заставить пресинаптический нейрон ослабить выброс тормозного нейротрансмиттера гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) к постсинаптической клетке.



Если ГАМК, выброшенная пресинаптическим нейроном, воздействует на пресинаптическую клетку одновременно с возбуждающим сигналом, опосредуемым, например, нейротрансмиттером глутаматом (вверху), то она может подавить импульсацию постсинаптического нейрона. Но когда изменение уровня кальция в постсинаптическом нейроне стимулирует выработку 2-АГ (внизу),

этот эндоканнабиноид начинает диффундировать к рецепторам CB1, находящимся на ГАМК-высвобождающей клетке. В результате выброс ГАМК прекращается, что позволяет возбуждающим сигналам активировать постсинаптический нейрон. Это явление получило название депрессии торможения, вызванной деполяризацией (*depolarization-induced suppression of inhibition, DSI*).



аксона (пресинаптических терминалях). Когда нейрон генерирует импульс, посылая по аксону электрический сигнал к пресинаптическим терминалям, нейротрансмиттеры высвобождаются из пузырьков, диффундируют через узкое меж-

клеточное пространство (синаптическую щель) и взаимодействуют с рецепторами на поверхности нейрона-реципиента (постсинаптического нейрона). Эндоканнабиноиды же представляют собой жиры, которые не накапливаются

в синаптических пузырьках, а быстро синтезируются из компонентов клеточной мембраны. При повышении уровня кальция в нейроне или активации определенных рецепторов, сопряженных с G-белком, они высвобождаются наружу из всех частей клеток.

Необычные нейротрансмиттеры каннабиноиды в течение многих лет оставались для ученых неразрешимой загадкой: было совершенно непонятно, какие функции они выполняют. Ответ на вопрос был получен в начале 1990-х гг. довольно неожиданным образом. Когда один из авторов этой статьи (Б. Элджер) изучал пирамидные нейроны гиппокампа, он наблюдал необычное явление. После кратковременного увеличения концентрации кальция внутри клеток тормозные сигналы, поступающие к ним от других нейронов в виде ГАМК, почему-то ослабевали.

С аналогичным явлением столкнулись и исследователи из лаборатории физиологии головного мозга Университета Рене Декарта в Париже, изучая нейроны мозжечка. Столь необычное поведение нервных клеток наводило на мысль, каким-то образом влияют на нейроны, посылающие сигналы. А ведь в начале 1990-х гг. нейрофизиологам было известно, что нервные сигналы в зрелом мозге передаются через синапсы только в одном направлении: от пресинаптического нейрона к постсинаптическому.

**Новая сигнальная система мозга**

Исследователи изучают депрессию торможения, вызванную деполяризацией (*depolarization-induced suppression of inhibition, DSI*). Они предположили, что для возникновения DSI из постсинаптического нейрона должен высвободиться какой-то неизвестный посредник, который достигает пресинаптического нейрона, выделяющего ГАМК, и подавляет ее высвобождение.

Такая ретроградная передача нервных сигналов до сих пор отмечалась только в развивающейся нервной системе. Если она участвует и во взаимодействии зрелых нейронов, не исключено, что она играет важную роль во многих процессах, происходящих в головном мозге. Ретроградная сигнализация, например, может облегчать те формы нейронной переработки информации, осуществление которых с помощью обычной синаптической передачи представляется проблематичным или вообще невозможным. Становится ясно, какую важную роль для нейрофизиологии имело выяснение природы

ретроградного сигнала. Но какие бы вещества ученые ни пробовали на роль его посредника, ни одно из них не оправдывало их ожиданий.

В 2001 г. было обнаружено, что всем критериям таинственного посредника отвечает один из эндоканнабиноидов (2-АГ). Исследователи выявили, что соединение, блокирующее каннабиноидные рецепторы на пресинаптической клетке, препятствует развитию DSI, и, наоборот, соединения, активирующие рецепторы CB1, имитируют это явление. Вскоре было показано, что у мышей, лишенных каннабиноидных рецепторов, никогда не возникает и DSI. Специалисты пришли к выводу, что рецепторы на пресинаптических терминалях ГАМК-нейронов предназначены для обнаружения каннабиноидов, высвобождающихся из мембран соседних постсинаптических клеток, и последующего с ними взаимодействия.

В скором времени стало ясно, что DSI — важный компонент деятельности мозга. Преходящая депрессия-торможение усиливает длительную потенциацию, т.е. процесс усиления синапсов, благодаря которому происходит запоминание информации. Запоминание и передачу информации нередко опосредуют небольшие группы нейронов, а не крупные нейронные популяции, и эндоканнабиноиды как нельзя лучше подходят для воздействия на небольшие ансамбли нервных клеток. Будучи жирорастворимыми соединениями, они не могут диффундировать в водной среде на какое-либо значительное расстояние, а эффективные механизмы поглощения и разрушения ограничивают их активность коротким интервалом времени. Таким образом, DSI представляет собой кратковременное локальное явление, позволяющее отдельным нейронам ненадолго отсоединиться от своих соседей и кодировать поступающую к ним информацию.

Последние открытия проливают свет на связь между нейрональным воздействием эндоканнабиноидов и их поведенческим и физиологическим действиями. Исследователи, изучающие физиологические механизмы тревоги, обычно вырабатывают у грызунов условно-рефлекторную связь между каким-нибудь раздражителем (сигналом) и фактором, вызывающим у животных страх. Во время такой процедуры нередко используется звук в сочетании с непродолжительным раздражением лапок грызуна слабым электрическим током. Через некоторое время, услышав звук, животное замирает в ожидании электрического удара. Если же звук раз за разом



Многие раковые больные (вверху) курят марихуану, пытаясь избавиться от тошноты, вызванной химиотерапией. Препараты, усиливающие или блокирующие действие собственных каннабиноидов мозга, могут использоваться для лечения самых разных расстройств и недугов.

#### ТРЕВОГА

Хроническая тревога и посттравматический стресс связаны с недостаточным количеством эндоканнабиноидных рецепторов или со слишком низкой выработкой эндоканнабиноидов в головном мозге. Для облегчения такого состояния ученые пытаются создать препараты, предотвращающие разрушение анандамида.

#### ТУЧНОСТЬ И РАССТРОЙСТВА АППЕТИТА

Противорвотный препарат дронабинал — каннабиноидное соединение, стимулирующее аппетит у больных с ослабленным иммунитетом. Исследователи предполагают, что его антагонисты (соединения, блокирующие каннабиноидные рецепторы) могут подавлять аппетит. Одно из таких соединений успешно прошло клинические испытания, однако, к сожалению, вызывало многочисленные побочные эффекты.

#### ТОШНОТА

В продаже уже имеется несколько препаратов (дронабинал, набилон и др.), напоминающих молекулярной структурой активный компонент марихуаны (ТГК) и снимающих тошноту, связанную с химиотерапией.

#### НЕВРОЛОГИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ

Дофамин (нейротрансмиттер, тесно связанный с чувством удовольствия и двигательным поведением) стимулирует высвобождение эндоканнабиноидов. Регулируя их активность в головном мозге, ученые пытаются разработать новые подходы к лечению болезни Паркинсона, наркомании и других расстройств, связанных с дофаминовой системой мозга.

#### БОЛЬ

В некоторых болевых центрах головного мозга выявлено повышенное содержание каннабиноидных рецепторов. Препараты, способные взаимодействовать с ними, могли бы облегчить хроническую боль.

фобиями и некоторыми формами хронической боли. Предположение подтверждается тем, что некоторые люди курят марихуану, чтобы снять тревогу. Кроме того, вполне вероятно, что синтетические аналоги эндоканнабиноидов могли бы помочь людям освободиться от неприятных воспоминаний, когда сигналы, которые они привыкли ассоциировать с болью и опасностью, приобретают в реальной жизни совершенно иное значение.

#### Новые терапевтические подходы

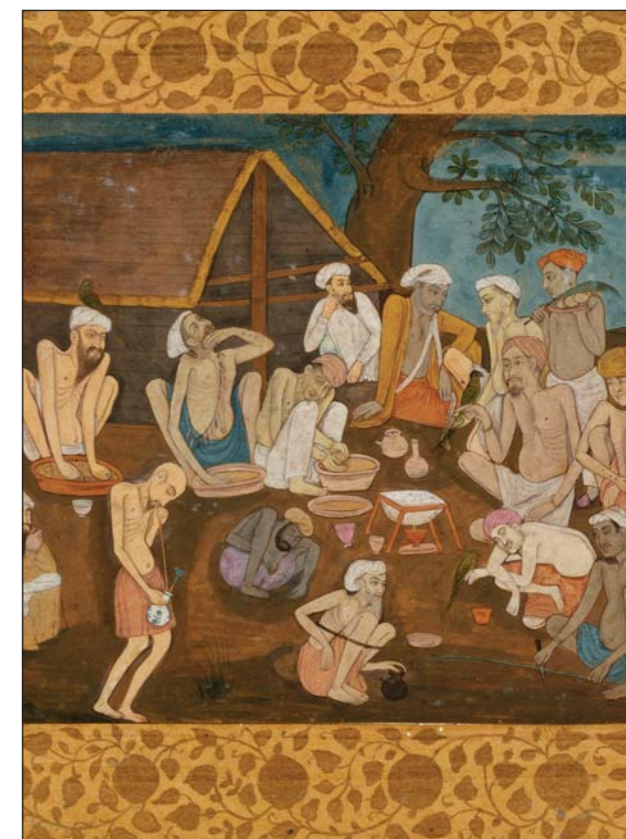
Несмотря на то что физиологическое воздействие собственной «марихуаны» мозга изучено еще недостаточно, исследователи уже задумываются над разработкой новых препаратов, основанных на использовании целебных свойств

конопли. В продаже уже имеются набилон, дронабинал и некоторые другие синтетические аналоги ТГК, которые устраняют тошноту, вызываемую химиотерапией, и улучшают аппетит у больных СПИДом. Другие каннабиноиды облегчают боль при многочисленных заболеваниях. Кроме того, один из антагонистов *CB1* (веществ, блокирующих и выводящих из строя эти рецепторы) хорошо проявил себя в ряде клинических испытаний при лечении тучности и ожирения. Однако эти лекарства не обладают специфичностью в отношении тех отделов мозга, деятельность которых нуждается в корректировке. Напротив, они воздействуют на самые разные мозговые структуры, вызывая головокружение, сонливость, рассеянность и расстройство мыслительной деятельности.

Проблему можно было бы решить, повысив роль эндогенных каннабиноидов организма. При этом их уровень можно было бы повышать только в тех отделах мозга, где они нужны в данный момент, что не вызывало бы побочных действий вследствие общей активации мозговых каннабиноидных рецепторов. В настоящее время разрабатываются препараты, препятствующие разрушению эндоканнабиноида анандамида после его высвобождения из нервных клеток. Чем медленнее будет разрушаться анандамид, тем продолжительнее окажется его успокаивающее действие.

В одних отделах мозга преобладающим эндоканнабиноидом служит анандамид, в других — 2-АГ. Изучение химических путей образования эндоканнабиноидов может привести к созданию препаратов, избирательно воздействующих на то или иное соединение. Известно также, что эндоканнабиноиды вырабатываются только в том случае, если нейроны разряжаются не одиночными импульсами, а сериями из 5–10 разрядов. Поэтому можно было бы разработать лекарственные средства, изменяющие характер импульсации нервных клеток, а следовательно, и интенсивность высвобождения эндоканнабиноидов. Ведь были же созданы противосудорожные препараты, подавляющие нейронную сверхактивность, связанную с развитием эпилептических припадков, но не влияющие на нормальную электрическую активность мозга.

Изучение действия марихуаны привело исследователей к открытию эндоканнабиноидов. Рецепторы *CB1*, похоже, имеются у всех позвоночных животных, а значит — биохимические и физиологические системы, использующие



Индийские факиры готовят банг и ганджу (рисунок середины XVIII в.). История марихуаны уходит корнями в глубь веков: первые упоминания о ее медицинском применении содержатся в древних китайских и египетских текстах. Идентификация активного компонента марихуаны, ТГК, привела к открытию собственной «марихуаны» головного мозга — эндоканнабиноидов.

собственные марихуаноподобные соединения мозга, существуют уже 500 млн. лет. За это время эндоканнабиноиды приспособились выполнять в организме многочисленные, подчас очень непростые функции. В последние годы нам стали понятны лишь некоторые из них. Эндоканнабиноиды не влияют на возникновение страха, но необходимы для его преодоления, они не воздействуют на способность принимать пищу, но изменяют аппетит и т.д. Их присутствие в структурах мозга, связанных со сложным двигательным поведением, мышлением, обучением и памятью, заставляет предположить, что эволюция наделила загадочных посредников головного мозга и многими другими замечательными свойствами. ■

(В мире науки, № 3, 2005)



# БИОХИМИЯ САМОУБИЙСТВА

Кэрл Эззел

Психиатры, физиологи и биохимики изучают вопрос, мучающий родных и близких всех жертв самоубийства

**В** 1994 г., спустя два дня после возвращения из счастливого семейного отпуска, моя 57-летняя мать приставила к груди дуло пистолета и выстрелила себе в сердце. Случилось это около полуночи в одну из июльских суббот, т.е. в то время года, когда, как я с удивлением узнала позже, в Северном полушарии происходит наибольшее количество самоубийств. Мой отчим был дома, но выстрела не слышал, потому что принимал душ. Когда он вернулся в спальню, мать, скорчившись, лежала на ковре. Она еще дышала и пыталась что-то сказать, но слов он не разобрал. Приехала неотложка, но медицинская помощь понадобилась не матери, а отчиму, который сам едва не умер той ночью от шока. А я в это время мирно спала в своей квартире за 300 км от места трагедии. В два часа ночи меня разбудил звонок консьержа, который сообщил, что внизу находится моя невестка, которая хочет подняться ко мне в квартиру. Первое, что я спросила у нее: «Что-то с матерью?..»

Такое горе выпало на долю не одной нашей семьи: в США каждый год добровольно уходят из жизни около 30 тыс. человек — всего в два раза меньше, чем число людей, погибших в 2002 г. от СПИДа. Почему люди решают свести счеты с жизнью?

Моя мать, как и 60–90% всех самоубийц, страдала психическим заболеванием. У нее был маниакально-депрессивный психоз (МДП), иначе называемый биполярным расстройством. Если такой больной не принимает лекарства, его состояние колеблется между приступами глубочайшего отчаяния и возбужденно-приподнятым настроением. Психиатры, физиологи и биохимики приступили к изучению поведенческих предвестников самоубийства и биохимических особенностей головного мозга самоубийц. Если такую предрасположенность удастся выявлять с помощью медицинских сканирующих устройств или анализа образцов крови, врачи научатся идентифицировать людей, предрасположенных к самоубийству, а быть может, и предотвращать трагедии. Увы, в ближайшем будущем эта цель недостижима: несмотря на активное вмешательство медиков,

множество людей с суицидальными наклонностями по-прежнему продолжают лишать себя жизни.

## Материнское наследство

Вопрос о том, что толкнуло мою мать на столь отчаянный поступок душевной июльской ночью, тяготит меня уже 9 лет. Не проходит и дня, чтобы меня не охватывало мучительное желание выяснить причины ее трагического ухода из жизни и острое чувство вины от того, что я не смогла ей помочь. Но тяжелее всего осознавать, что точного ответа на вопросы я не узнаю никогда.

Правда, в будущем кое-какие загадки наверняка разъяснятся. Похоже, близок к разгадке хоть один извечный вопрос: имеет ли склонность к самоубийству врожденную природу или же возникает в результате переживаний?

Большинство специалистов считают, что личный жизненный опыт, стресс и психологические факторы играют важную роль, однако склонность к суициду обусловлена и особенностями нервной системы.

Виктория Аранго (Victoria Arango) из Колумбийского медицинского центра и Джон Манн (J. John Mann) пытаются понять невропатологические механизмы суицидального поведения. В 25-ти морозильных камерах их лаборатории хранятся 200 образцов головного мозга самоубийц, над изучением нейроанатомических, биохимических и генетических характеристик которых они работают. Каждый экземпляр снабжен данными «психологической аутопсии» — записями разговоров с родными и близкими умершего, описывающими его психическое состояние и особенности поведения, которые могли привести к трагедии. Результаты исследования каждого образца сопоставляются с данными изучения головного мозга людей того же пола, не страдавших психическими расстройствами и умерших в том же возрасте по иным причинам.

Исследователи изучают префронтальную кору, расположенную в передней (лобной) части головного мозга, где локализованы исполнительные функции мозга — например внутренняя «цензура», удерживающая человека от высказывания своих



истинных мыслей в двусмысленных ситуациях. Ученых особенно интересует участие префронтальной коры в подавлении опасных побуждений. Связь между чрезмерной импульсивностью и самоубийствами была замечена еще несколько десятилетий назад. Несмотря на то что некоторые люди планируют свой уход из жизни очень тщательно (оставляют предсмертные записки, завещания и даже распоряжения относительно похорон), многие, как моя мать, совершают самоубийство спонтанно, повинуясь безрассудному порыву. Цель нейрофизиологов — найти биологический субстрат человеческой импульсивности. Как показали исследования, недостаток серотонина (одного из химических соединений головного мозга) каким-то образом связан с импульсивностью.

Серотонин — нейротрансмиттер, молекулы которого «перескакивают» через крошечные зазоры (синапсы) между нервными клетками (нейронами) и тем самым обеспечивают передачу нервного сигнала от одного нейрона к другому. Пресинаптический (посылающий сигнал) нейрон высвобождает серотонин в синаптическую щель в составе крошечных синаптических пузырьков. Рецепторы постсинаптического (получающего сигнал) нейрона связывают молекулы трансмиттера, что приводит к изменению способности данной клетки реагировать на другие раздражители. Затем пресинаптический нейрон с помощью особых белков-переносчиков, называемых также серотониновыми транспортерами, поглощает из синаптической щели остаток серотонина.

Серотонин каким-то образом оказывает успокаивающее влияние на психическое состояние человека. Воздействие прозака и ему подобных антидепрессантов объясняется связыванием их молекул с серотониновыми транспортерами, что не дает пресинаптическим нейронам слишком быстро поглощать остаток серотонина.

### Следы насилия

Последние исследования показывают, что пониженный уровень серотонина в головном мозге тесно связан с депрессией, агрессивным поведением и склонностью к совершению необдуманных поступков. В отношении суицидального поведения данные носят более противоречивый характер. Некоторые исследователи говорят, что обнаружили недостаток серотонина только в каком-то одном отделе головного мозга. Другие сообщают об увеличении количества серотониновых рецепторов или нарушении последовательности химических реакций, в результате которых серотониновый сигнал передается от рецепторов внутрь нейрона.

Как бы там ни было, полученные данные указывают на то, что с серотониновой системой головного мозга самоубийц что-то не в порядке.

Аранго и Манн, занимающиеся изучением образцов головного мозга в Колумбийском центре, сначала расчленили мозг на правое и левое полушария, а затем осторожно разрезают каждое полушарие на 10–12 частей. Из каждой предварительно замороженной части с помощью микротомы можно получить 160 срезов ткани толщиной с человеческий волос. Один и тот же срез исследователи подвергают различным биохимическим тестам, точно зная анатомическую локализацию всех выявляемых отклонений. Обобщение и сопоставление полученных данных позволяет построить общую модель взаимодействия аномалий в масштабе всего мозга и оценить их влияние на поведение человека.

В 2001 г. на конференции в американском Колледже нейропсихофармакологии Аранго сообщила, что у людей, страдавших депрессией и покончивших жизнь самоубийством, количество нейронов в орбитальной префронтальной коре (участки коры, расположенные непосредственно над глазами) было ниже нормы, содержание пресинаптических серотониновых транспортеров — в три раза ниже, а постсинаптических серотониновых рецепторов — на 30% больше, чем в контрольных образцах мозга.

Полученные данные позволяют предположить, что мозг самоубийц словно старается извлечь максимальную пользу от каждой молекулы серотонина — для этого он усиливает «молекулярное оснащение», предназначенное для усвоения нейротрансмиттера, и уменьшает количество транспортеров, ответственных за его поглощение пресинаптическими нейронами.

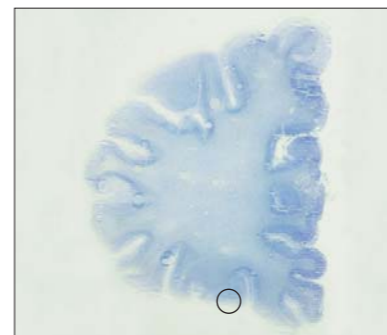
Таким образом, у самоубийц наблюдается недостаточность серотониновой системы головного мозга. Это болезненное состояние может зайти настолько далеко, что не помогает даже прозак. Подавления обратного всасывания серотонина нейронами иногда оказывается явно недостаточным для того, чтобы предотвратить самоубийство: так случилось и с моей матерью, которая ежедневно принимала по 40 мг препарата.

Манн утверждает, что обнаружил связь между активностью серотонина в префронтальной коре людей, пожелавших уйти из жизни, и потенциальной эффективностью этой попытки. У людей, стремившихся покончить жизнь самоубийством наиболее «действенным» способом (прием большого количества лекарств, прыжок с большой высоты и т.д.), активность серотонина в префронтальной

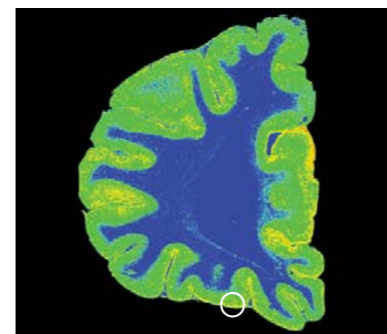
## БИОЛОГИЧЕСКИЙ СУБСТРАТ САМОУБИЙСТВА

### Изменения в орбитальной префронтальной коре

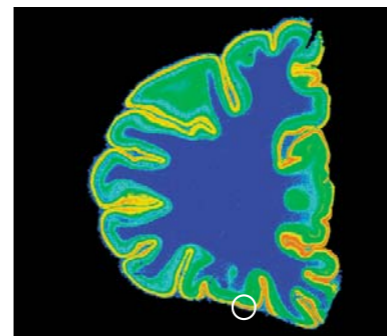
На срезах головного мозга видно, что орбитальная префронтальная кора (обведена кружком) мозга самоубийц содержит меньшее количество нейронов.



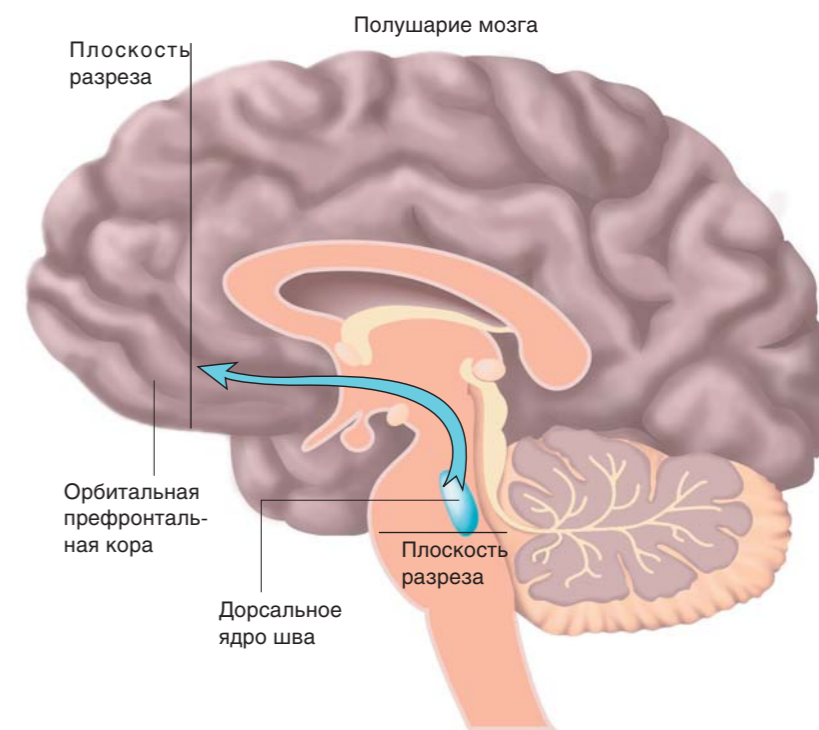
Серотониновые транспортеры (золотистый цвет) обеспечивают поглощение серотонина во всей массе коры. В участке коры, выделенной кружком, количество серотониновых транспортеров понижено.



В исследуемом участке коры (оранжевый цвет) обнаружено также повышенное связывание серотонина нейронами.



У людей, покончивших жизнь самоубийством, отмечаются анатомические и биохимические изменения в двух отделах головного мозга: в орбитальной префронтальной коре, расположенной над глазами, и в дорсальном ядре шва, находящемся в стволе мозга. Эти изменения указывают на снижение способности головного мозга к выработке и утилизации серотонина — нейротрансмиттера, недостаток которого характерен для мозга импульсивных или страдающих тяжелыми депрессиями людей. Серотонин вырабатывается нейронами дорсального ядра шва. По их длинным проекциям (синяя стрелка) он достигает орбитальной префронтальной коры. У жертв самоубийства дорсальное ядро шва снабжает орбитальную кору недостаточным количеством серотонина.



### Изменения в дорсальном ядре шва

У самоубийц нейроны дорсального ядра шва содержат большее количество фермента, ответственного за выработку серотонина (затененная область), чем соответствующий участок мозга человека, умершего по иной причине. Можно предположить, что головной мозг самоубийц содержит максимальное количество серотонина.



В США самоубийства — **одиннадцатая по значимости** причина смертности людей.

**Примерно каждые 18 минут** в США совершается одно самоубийство. Каждую минуту совершается попытка самоубийства.

Мужчины добровольно уходят из жизни **в 4 раза чаще, чем женщины**, но попытки самоубийств в два раза чаще совершают женщины.

**Суицид** — третья по значимости причина смертей среди подростков в возрасте от 10 до 19 лет.

**Частота самоубийств среди белых мужчин** в возрасте от 15 до 24 лет по сравнению с 1950 г. **возросла в три раза.**

В промежутке между 1980 и 1996 гг. частота самоубийств **среди афро-американских мужчин** в возрасте от 15 до 19 лет **увеличилась на 105%.**

Показатель самоубийств **среди белых мужчин старше 85 лет** в 6 раз выше, чем в общем по стране.

**Женщины** чаще всего **добровольно уходят из жизни** в возрасте между 45 и 54 годами и после 85 лет.

Примерно **30%** всех самоубийц **страдали алкоголизмом.**

**Каждый день** лишают себя жизни примерно **80 американцев.**

Ежегодно в США совершается **в два раза больше самоубийств,** чем убийств.

**Примерно 83%** случаев смертей от **огнестрельных ранений,** происходящих дома, — **результат самоубийства.**

В США **60%** всех самоубийств совершаются **с применением огнестрельного оружия.**

коре была самой низкой. Чем выше была гарантия летального исхода, тем сильнее была биохимическая аномалия.

Серотониновая гипотеза не исключает важной роли других нейротрансмиттеров. Серотонин — всего лишь одно из многочисленных звеньев сложнейшей сети, получившей название гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы (ГГНС), которая интегрирует деятельность головного мозга и желез внутренней секреции (надпочечников), а также отвечает за развитие у человека стрессовых реакций (например, учащение пульса и появление холодного пота у водителя автомобиля, едва избежавшего аварии). Механизмы развития таких реакций изучены в деталях. В стрессовых ситуациях гипоталамус вырабатывает особый фактор, заставляющий переднюю долю гипофиза высвобождать в кровь адренокортикотропный гормон, который, в свою очередь, стимулирует образование глюкокортикоидов (например, кортизола) надпочечниками. Кортизол вызывает увеличение концентрации сахара в крови, учащение сердечного ритма и подавление аллергических реакций, подготавливая тем самым организм к стрессу.

Серотонин влияет на деятельность ГГНС, изменяя порог ее реагирования на раздражители. Некоторые нейрофизиологи считают, что отрицательный опыт человека в раннем возрасте (связанный, например, с насилием) способен вывести ГГНС из строя: нарушить весь биохимизм головного мозга, увеличить восприимчивость к стрессу в последующей жизни, а следовательно, риск депрессии.

В 1995 г. исследователи из Университета штата Иллинойс сообщили, что нарушения серотониновой системы у людей, склонных к самоубийству, можно выявить с помощью относительно простого анализа крови. Сравнив количество серотониновых рецепторов на тромбоцитах (элементах крови, участвующих в свертывании) людей,

не страдающих психическими расстройствами, и пациентов с суицидальными наклонностями, исследователи обнаружили, что у последних таких рецепторов было гораздо больше. Чтобы подтвердить существование такой связи, они намеревались исследовать людей, повторяющих попытки самоубийства снова и снова. Специалисты стремятся выяснить, можно ли использовать тромбоциты для выявления людей с суицидальными наклонностями.

Современные подходы к лечению депрессии основаны на применении препаратов антидепрессантов, имеющих трициклическую структуру (т.н. старые) и новые селективные ингибиторы обратного захвата серотонина (флуоксетин, пароксетин, сертралин).

### Из поколения в поколение

Риск совершить самоубийство у людей, чьи родители предпринимали такие попытки, в 6 раз выше, чем у тех, чьи родственники о суициде никогда не помышляли. Отчасти склонность к суициду имеет генетическую природу, однако попытки выявить ген или гены, ответственные за предрасположенность к самоубийству, успехом не увенчались. В начале 1990-х гг. было установлено, что самоубийства совершают 13% однойцовых близнецов, чьи братья или сестры покончили с собой, в то время как среди разнояйцовых близнецов этот показатель составляет всего 0,7%.

В моей спальне в небольшом кувшине хранится пуля, некогда лежавшая в одной коробке с пулей, убившей мою мать. Я сохранила этот холодный кусочек металла, чтобы всегда помнить, насколько хрупка наша жизнь и какие ужасные последствия может иметь всего лишь необдуманный поступок. Быть может, исследователям когда-нибудь удастся понять причины подобных поступков и освободить множество семей от их роковой участи. ■

(В мире науки, № 6, 2003)

### МАГИЯ ЛИТИЯ

Литий способен предотвращать самоубийства. Почему же его так редко принимают потенциальные самоубийцы?

По мнению многих специалистов, препараты лития имеют побочные действия. Они могут вызывать дрожание рук, неутолимую жажду, частые мочеиспускания, прибавку в весе, вялость, ухудшение двигательной координации и расстройство кратковременной памяти. Люди, принимающие эти лекарства, должны регулярно проверять содержание лития в крови. Если его концентрация в плазме крови ниже 0,6 ммоль/л, препарат не оказывает надлежащего действия, а если она превышает 2 ммоль/л, то вызывает опасные токсические явления.

Как правило, литий применяется для стабилизации психического состояния пациентов, страдающих маниакально-депрессивным психозом (МДП). Теперь врачи назначают его и людям, страдающим тяжелыми депрессиями. Стали появляться сообщения о том, что литий буквально спасает жизни людей, склонных к самоубийству. Было установлено, что люди, страдающие депрессией и не принимающие препараты лития, совершают самоубийства в 3–17 раз чаще, чем те, кто принимает. Кроме того, эти лекарства в 6–15 раз снижают частоту суицидальных попыток.

Чем же объясняется благотворное действие лития? Исследователи предполагают, что он влияет на проницаемость ионных каналов, которые открывают или преграждают доступ к ионам, определяющим величину электрического потенциала внутри клетки, а следовательно, влияют на характер ее активности и взаимодействие с другими нейронами. Литий стабилизирует возбудимость нейронов, влияя на состояние ионных каналов или изменяя



Литий в чистом виде хранят в химически инертных жидкостях (слева). Капсулы с соединениями (карбонатом или цитратом) лития используют для стабилизации настроения людей, страдающих психическими расстройствами (справа).

последовательность биохимических реакций, протекающих в возбужденных нервных клетках. Препараты лития действуют только в том случае, когда пациент принимает их регулярно. Однако многие отказываются от приема лекарства, жалуясь на

расстройства мыслительной деятельности, прибавки в весе и нарушения координации движений. Людям тяжело свыкнуться с мыслью о необходимости до конца жизни приспосабливаться к побочным действиям этих лекарств.



# МОЗГ НАРКОМАНА

Эрик Нестлер и Роберт Маленка

Злоупотребление наркотиками вызывает стойкие изменения в различных отделах мозга. Понимание клеточных и молекулярных механизмов адаптации поможет разработать новые методы лечения наркомании

**Б**елые дорожки порошка. Шприц и ложка. Таблетки. Многих наркоманов от одного только вида наркотика или даже предметов, ассоциирующихся с ним, бросает в дрожь от предвкушаемого удовольствия. После приема наступает ни с чем не сравнимое блаженство: по телу разливается тепло, все проблемы исчезают, и кажется, что вся Вселенная лежит у ваших ног. Однако после неоднократного употребления наркотика начинает происходить нечто непонятное.

Человеку, чтобы вновь почувствовать себя окрыленным, необходимо понюхать, проглотить или вколоть препарат. Если этого не сделать, начинается депрессия, а часто и физическое недомогание, в том числе ломка. Но начальной дозы уже не хватает, и постепенно развивается зависимость, человек теряет контроль над собой и испытывает непреодолимую тягу к наркотику. Вскоре пагубное пристрастие начинает сказываться на здоровье, финансовом состоянии и личной жизни.

Нейробиологам давно известно, что эйфория, наступающая под влиянием наркотических веществ, связана с их стимулирующим действием на мозговую систему вознаграждения. Система представляет собой сложную сеть нервных клеток (нейронов), вызывающую чувство удовольствия после еды или занятий сексом, т.е. форм активности, необходимых для выживания и продолжения рода. Стимуляция системы вознаграждения доставляет наслаждение и побуждает снова и снова прибегать к тем формам активности, которые его обеспечили.

Однако последние исследования показали, что постоянный прием наркотиков вызывает структурные и функциональные изменения нейронов системы вознаграждения, сохраняющиеся недели, месяцы и даже годы после прекращения употребления препаратов. Таким образом, с одной стороны, адаптации ослабляют положительные эмоции, возникающие при приеме наркотика, с другой — они усиливают болезненную тягу человека к наркотическому веществу. Понимание

молекулярных и клеточных механизмов действия наркотиков может привести к разработке новых методов лечения наркомании.

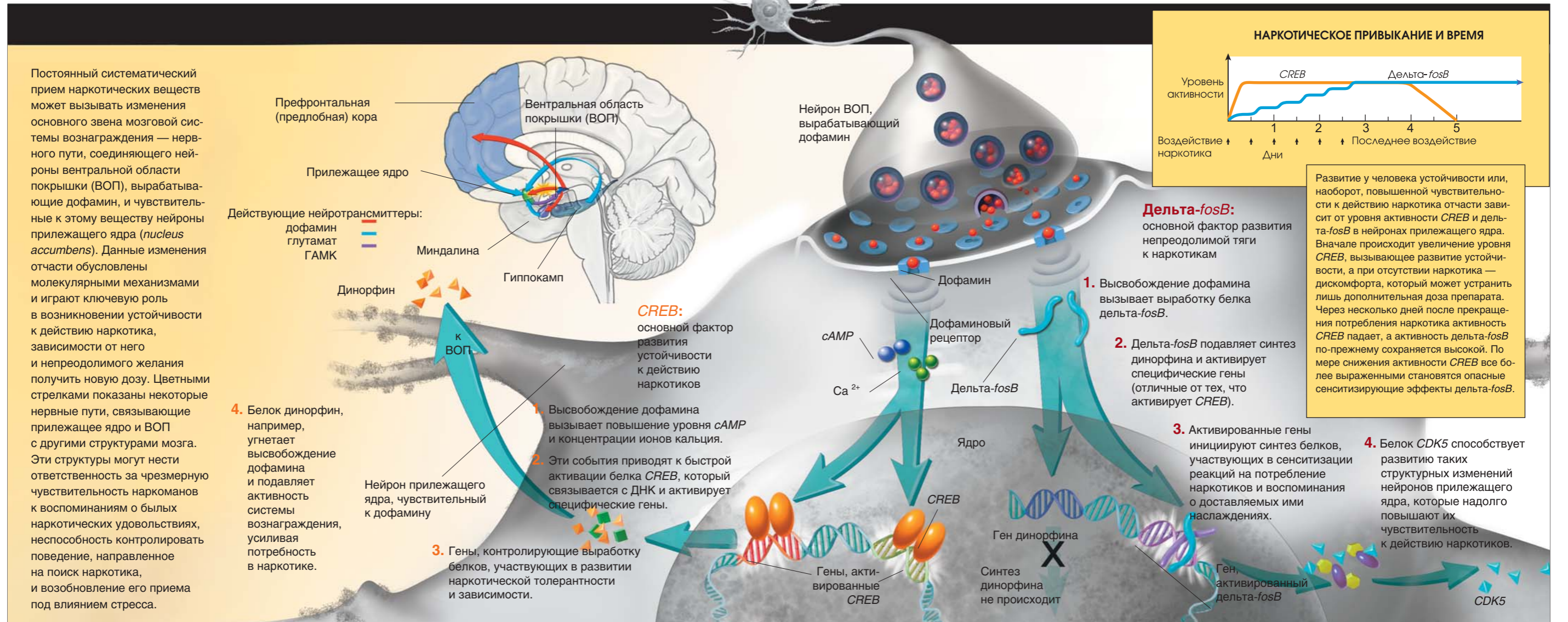
## Смертельное пристрастие

Привыкание людей к различным наркотическим воздействиям опосредуется одними и теми же механизмами — к такому выводу исследователи пришли в результате длительной экспериментальной работы, начавшейся 40 лет назад. Мышам, крысам и низшим приматам вводились внутривенно наиболее распространенные наркотические вещества. Когда наступало привыкание, животных обучали нехитрой процедуре: чтобы получить инъекцию наркотика, грызуны должны были нажать на один рычаг, чтобы получить «неинтересную» инъекцию физиологического раствора — на другой, а корм — на третий. Через несколько дней животные с удовольствием вводили себе кокаин, героин, амфетамин и другие вещества.

Обнаружилось, что отдельные особи злоупотребляли наркотиками в ущерб жизненно важным формам активности — например, еде и сну. Некоторые даже погибали от истощения. Чтобы получить очередную дозу кокаина, грызуны были готовы сотни раз нажимать на рычаг. Кроме того, они отдавали явное предпочтение обстановке, ассоциирующейся с наркотиком: например, держались по преимуществу в той части клетки, где могли получить вожденную дозу.

Если подача наркотика прекращалась, животное вскоре оставляло бесплодные попытки получить «химическое удовольствие». Но стоило крысе, в течение нескольких месяцев не получавшей кокаин, почуять его запах или даже оказаться в клетке, ассоциирующейся с наркотиком, она тут же начинала нажимать на заветный рычаг.

С помощью описанной методики внутривенного самовведения препаратов и некоторых других экспериментальных приемов исследователям удалось идентифицировать области головного мозга,



ответственные за развитие привыкания. Было показано, что на мозговую систему вознаграждения наркотические вещества оказывают более сильное и глубокое стимулирующее действие, нежели какие-либо естественные факторы вознаграждения.

Ключевым звеном мозговой системы вознаграждения является сеть мезолимбических дофаминовых нейронов — нервных клеток, расположенных в вентральной области покрышки (ВОП) у основания мозга и посылающих проекции в различные отделы передней части мозга, главным образом в прилежащее ядро (nucleus accumbens). Нейроны ВОП высвобождают из терминалей аксонов нейротрансмиттер дофамин, связывающийся с соответствующими рецепторами нейронов прилежащего ядра. Дофаминовый нервный путь из ВОП в прилежащее ядро играет важную роль в развитии наркотического привыкания: животные

с повреждением этих мозговых структур полностью утрачивают интерес к наркотикам.

### Реостат вознаграждения

Система вознаграждения — эволюционно древнее образование мозга. У млекопитающих она устроена сложно и связана с областями мозга, придающими эмоциональную окраску ощущениям и направляющими поведение животных и человека на достижение вознаграждения, — пищевого, полового, социального и т.д. Миндалина, к примеру, помогает определить, было ли ощущение приятным или неприятным, и сформировать связи между ним и прочими факторами окружающей среды. Гиппокамп принимает участие в формировании памяти о событии (ощущении) — где, когда и при каких обстоятельствах оно произошло. Лобные области коры головного мозга перерабатывают и интегрируют

информацию, определяя окончательное поведение особи. А путь ВОП-прилежащее ядро тем временем действует как реостат вознаграждения: он сообщает другим мозговым центрам, в какой степени активность особи способствует достижению вознаграждения. Чем выше оценка, тем больше вероятность того, что организм запомнит данную форму активности и повторит ее впоследствии.

Несмотря на то что основные представления о деятельности мозговой системы вознаграждения сложились в результате экспериментов на животных, исследования, проведенные за последние 10 лет методами нейровизуализации, показали, что аналогичные нервные структуры контролируют поведение, связанное с естественным или наркотическим вознаграждением, и у человека. С помощью магнитно-резонансной и позитронной эмиссионной томографии было установлено, что

предложение понюхать кокаин вызывало у наркоманов рост нейронной активности в прилежащем ядре. Точно так же ядро (а кроме него — миндалина и некоторые области коры) отреагировало и на демонстрацию испытуемым видеоклипа, где кокаин нюхали другие люди. У заядлых игроков эти области мозга активизировались в ответ на предъявление фотографий игровых автоматов. Таким образом, можно предположить, что нервный путь ВОП-прилежащее ядро играет важную роль в развитии болезненного привыкания и ненаркотической зависимости.

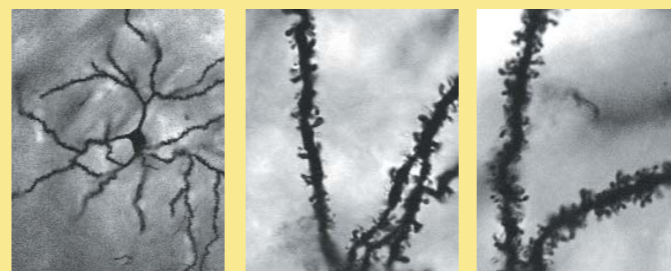
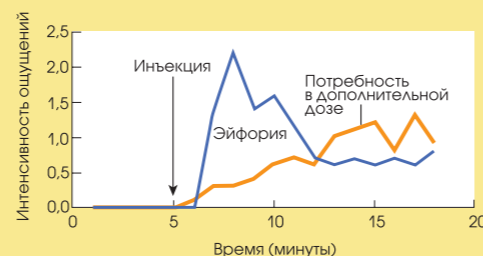
### Участие дофамина

Почему на мозговую систему вознаграждения одинаково воздействуют кокаин, который, как известно, увеличивает частоту сердечного ритма, и героин, являющийся по сути дела обезболивающим

СКАНОГРАММЫ МОЗГОВЫХ СТРУКТУР



Томографические изображения мозга кокаинистов (справа) подтверждают результаты опытов на животных, свидетельствующие о том, что разовый прием наркотика может вызывать глубокие изменения нейронной активности в некоторых областях мозга. Области, в которых отмечается значительное увеличение нейронной активности после инъекции кокаина, окрашены в различные цвета (желтым цветом выделены структуры, где отмечаются наиболее выраженные изменения активности). Во время томографии испытуемые оценивали интенсивность вызванных наркотиком приятных ощущений и потребность в дополнительной дозе вещества. Сравнение отчетов со сканограммами показало, что в возникновении наркотической эйфории ключевую роль играет миндалина, а в потребности новой дозы наркотика — прилежащее ядро. По мере ослабления эйфории эта тяга усиливается (см. график).



Микрофотографии прилежащего ядра животных, находящихся под воздействием ненаркотических веществ: дендриты с обычным количеством шипиков — выростов, улавливающих нервные сигналы (слева и в центре). У животных, пристрастившихся к кокаину, шипиков на дендритах гораздо больше (справа). Ученые предполагают, что подобные перестройки повышают чувствительность нейронов к сигналам из ВОП и других структур мозга и таким образом повышают чувствительность к наркотикам. Как показывают последние исследования, определенную роль в образовании дополнительных дендритных шипиков играет дельта-*fosB*.

седативным средством? Причина ясна: прием всех наркотиков вызывает усиленный приток дофамина (а иногда и сигналов, имитирующих его действие) к прилежащему ядру.

Когда нейроны ВОП возбуждаются, они посылают по своим аксонам электрические сигналы к прилежащему ядру. Те, в свою очередь, стимулируют высвобождение дофамина из кончиков аксона в крошечное пространство — синаптическую щель, разделяющую аксонную терминаль и нейрон прилежащего ядра. Здесь дофамин связывается соответствующими рецепторами в мембране нейронов прилежащего ядра, и сигнал поступает внутрь клетки. Когда сигналы нужно «выключить», нейрон ВОП удаляет избыток дофамина из синаптической щели и сохраняет его в аксоне до тех пор, пока вновь не возникнет необходимость послать сигнал нейронам прилежащего ядра.

Кокаин и прочие наркотики-стимуляторы на какое-то время выводят из строя белок, транспортирующий дофамин из синаптической щели в аксонную терминаль нейрона ВОП. Таким образом, в синаптической щели остается избыток дофамина, продолжающий действовать на нейроны прилежащего ядра. Героин и другие опиаты ведут себя иначе. Они связываются с нейронами ВОП, ответственными за «отключение» других нейронов этой же области — тех, что высвобождают дофамин. Последние начинают бесконтрольно изливать избыточное количество дофамина на нейроны прилежащего ядра. Кроме того, опиаты, непосредственно воздействуя на прилежащее ядро, способны

порождать мощный сигнал вознаграждения. Однако действие наркотиков не ограничивается стимуляцией выброса дофамина, вызывающей эйфорию. Чтобы приспособиться к воздействию наркотиков, система вознаграждения постепенно изменяется — так возникает наркотическое привыкание.

**Привыкание**

На ранних стадиях потребления наркотиков у животных и людей развивается устойчивость к их воздействию и зависимость от них. Чтобы поднять настроение, наркоману каждый раз приходится незначительно увеличивать дозу препарата, что неизбежно порождает абстинентный синдром. Таким образом, систематическое употребление наркотиков подавляет отдельные звенья мозговой системы вознаграждения.

В описанном выше процессе участвует белок, связывающийся с *cAMP*-зависимым элементом (*cAMP response element-binding protein, CREB*). *CREB* представляет собой фактор транскрипции — белок, регулирующий экспрессию генов, а значит, и поведение нервных клеток в целом. Когда вводится наркотик, концентрация дофамина в прилежащем ядре повышается, что заставляет чувствительные к нему нервные клетки усиливать выработку циклического аденозинмонофосфата (*cAMP*) — вещества-посредника, активирующего *CREB*. Активированный *CREB* связывается со специфическими участками генов, инициируя синтез кодируемых белков. Но в подавлении мозговой системы вознаграждения участвует

не только *CREB*. Через несколько дней после прекращения приема наркотика этот фактор транскрипции инактивируется, поэтому действием *CREB* нельзя объяснить, например, изменения, заставляющие наркоманов возобновлять прием препаратов после многих лет и даже десятилетий воздержания. Рецидивы во многом обусловлены сенситизацией — усилением действия наркотиков.

Как ни парадоксально, но в отношении одного и того же препарата у человека и животного может развиваться как снижение восприимчивости организма к наркотику, так и сенситизация. Вскоре после приема наркотического вещества возрастает активность *CREB* и повышается устойчивость к его действию: в течение нескольких дней для стимуляции системы вознаграждения организму требуется все большее количество наркотического препарата. Но если его прием прекращается, активность *CREB* падает, в результате чего развивается сенситизация, порождающая потребность в наркотике. Неослабевающая тяга сохраняется даже после длительных периодов воздержания. Чтобы понять природу сенситизации, необходимо в первую очередь выяснить, какие молекулярные изменения могут сохраняться в течение периода, превышающего несколько дней. В голову тут же приходит мысль о другом факторе транскрипции — дельта-*fosB*.

**Наркотический срыв**

Дельта-*fosB* связан с развитием наркотического привыкания совсем иначе, нежели *CREB*. В опытах

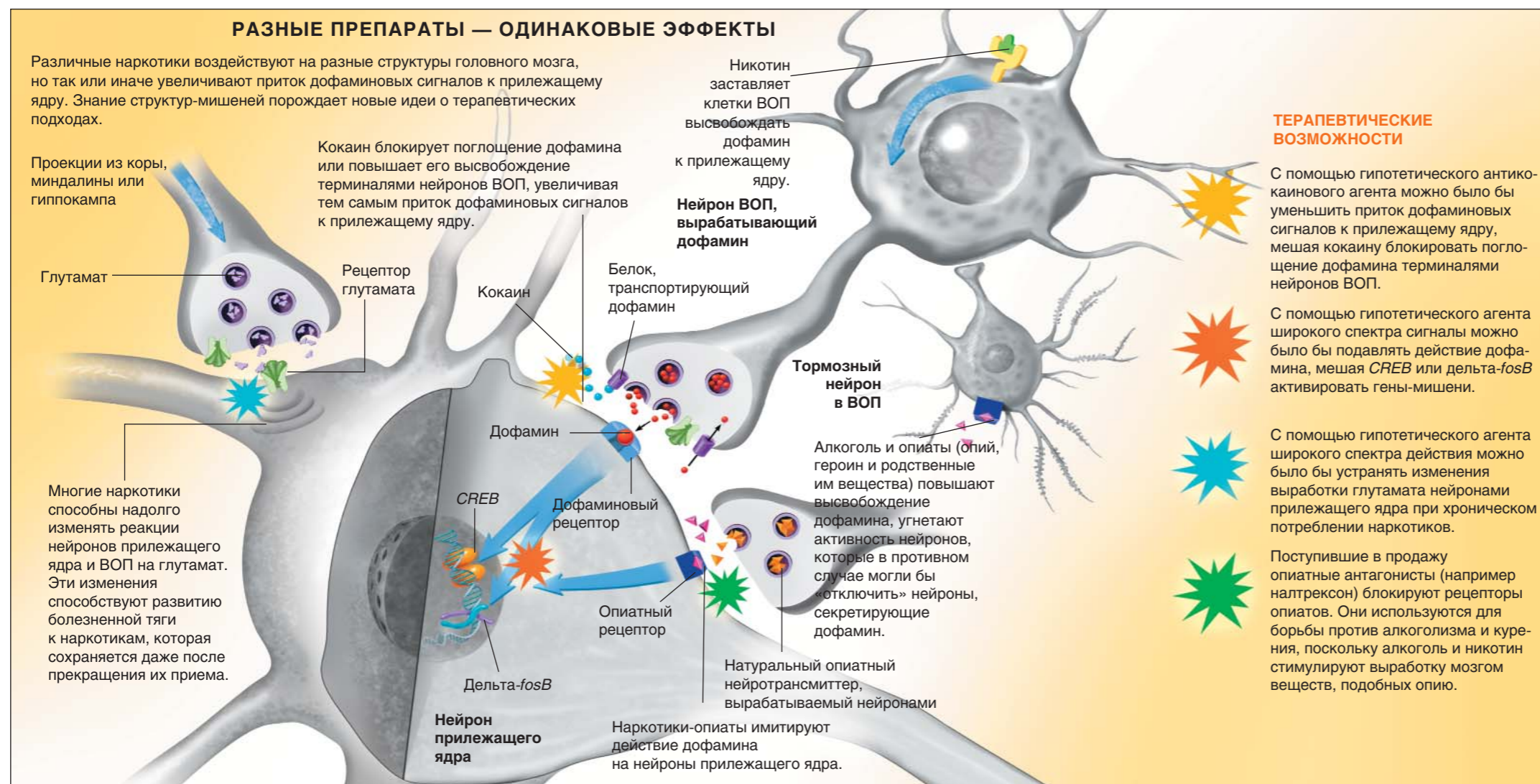
на мышках и крысах было показано, что постоянное систематическое потребление наркотиков приводит к постепенному и стабильному увеличению концентрации этого белка в прилежащем ядре и других структурах головного мозга. Кроме того, поскольку дельта-*fosB* отличается необычайной устойчивостью, он остается активным в нейронах данных структур спустя недели и месяцы после приема препаратов. Такая активность вполне могла бы позволить белку поддерживать изменения в экспрессии генов еще долгое время после прекращения приема наркотиков.

Как показывают исследования мутантных мышей с чрезмерной выработкой дельта-*fosB* в прилежащем ядре, грызуны сверхчувствительны к наркотикам. Они с необычайной легкостью возобновляли прием препарата после его длительной отмены. Интересно отметить, что дельта-*fosB* вырабатывался у экспериментальных мышей и в ответ на повторные вознаграждения ненаркотической природы (например, быстрый бег в беличьем колесе или потребление сахара). Таким образом, вполне вероятно, что дельта-*fosB* принимает участие в развитии привыкания к гораздо более широкому спектру удовольствий, чем наркотические препараты.

Недавние исследования позволяют объяснить длительную сохранность сенситизации после возвращения концентрации дельта-*fosB* в норму. Известно, что постоянное систематическое воздействие кокаина и других наркотиков приводит к тому, что на дендритах нейронов прилежащего ядра образуются дополнительные шипики, с помощью которых клетка контактирует с другими нейронами. У грызунов такой процесс может продолжаться в течение нескольких месяцев после отмены наркотика. Можно предположить, что ответственность за образование дополнительных дендритных шипиков несет дельта-*fosB*.

**Участие глутамата**

До сих пор речь шла только об изменениях в мозговой системе вознаграждения, связанных с дофаминовым обменом. Однако в развитии наркотического привыкания принимают участие и другие структуры — миндалина, гиппокамп и лобная кора. Все они взаимодействуют с системой вознаграждения (ВОП и прилежащее ядро), высвобождая нейротрансмиттер глутамат. Как было установлено в опытах на животных, наркотики вызывают изменение чувствительности к глутамату системы вознаграждения, повышают как высвобождение дофамина из ВОП, так и чувствительность к дофамину прилежащего ядра. В результате увеличивается активность *CREB* и дельта-*fosB*.



Кратковременные стимулы определенного типа могут повышать реакции нейронов гиппокампа на глутамат. Явление, получившее название долговременной потенциации, лежит в основе образования следа памяти и, по-видимому, опосредован перемещением некоторых рецепторов глутамата в мембраны нервных клеток, где они начинают реагировать на глутамат, высвобождаемый в синаптические щели. Наркотики влияют на включение глутаматных рецепторов в мозговую систему вознаграждения, а также воздействуют и на синтез некоторых из них.

В совокупности все эти изменения мозговой системы вознаграждения приводят к развитию устойчивой реакции организма на действие наркотических препаратов, зависимости от них и сложных форм поведения, связанных с их поиском. Многие аспекты таких сдвигов до сих пор остаются для исследователей загадкой, но механизмы

некоторых процессов уже досконально изучены. Во время длительного потребления наркотиков и в течение короткого срока после прекращения его приема отмечается изменение концентрации cAMP и активности *CREB* в мозговой системе вознаграждения. Это обуславливает рост толерантности к наркотику и зависимости от него и одновременное снижение восприимчивости человека к препарату, что ввергает наркомана в депрессию и апатию. Длительное воздержание от потребления наркотика приводит к изменению активности белка дельта-*fosB* и глутаматных систем мозга. Такие перемены повышают чувствительность наркомана к действию наркотика, когда по прошествии длительного времени он пробует его снова, и порождают у него сильные эмоциональные реакции как при воспоминаниях о былых наслаждениях, так и при воздействии внешних факторов, воскрешающих эти воспоминания.

### Общие терапевтические подходы

Понимание молекулярных механизмов, стоящих за развитием наркотического привыкания, открывает новые перспективы для медикаментозной терапии. Злоупотребление наркотиками наносит серьезный вред физическому и психическому состоянию людей и служит одной из главных причин заболеваний внутренних органов. Среди алкоголиков очень высок риск цирроза печени, среди курильщиков — рака легких, среди наркоманов, пользующихся общими шприцами, — СПИДа. Экономический ущерб от злоупотребления наркотическими веществами в США ежегодно составляет более \$ 300 млрд. Если же расширить понятие «наркомания» и включить в него другие формы патологически навязчивого поведения (например, обжорство и азартные игры), цифра станет неизмеримо выше. Таким образом, разработка терапевтических подходов,

способных корректировать аномальные реакции людей на стимулы-вознаграждения (будь то кокаин, пирожные или игровой автомат), могла бы принести обществу огромную пользу.

Лечение наркомании современными методами в большинстве случаев оказывается неэффективным. Существуют лекарства, не позволяющие наркотику достичь соответствующей структуры мозга, однако они не вызывают ни нормализации мозгового биохимизма пациента, ни ослабления его тяги к наркотику. Другие препараты имитируют действие наркотиков и дают человеку время отвыкнуть от пагубного пристрастия. Но их использование чревато тем, что пациент может поменять одну привычку на другую, хотя многим помогают немедикаментозные реабилитационные программы. Однако значительный процент их участников через какое-то время возобновляет прием наркотиков.

Существует надежда, что в будущем, раскрыв биологические механизмы наркотического привыкания, исследователи преуспеют в создании лекарств нового поколения. Вырвать человека из смертоносных объятий наркотиков помогут соединения, способные специфически реагировать с рецепторами глутамата или дофамина в прилежащем ядре, или вещества, мешающие *CREB* или дельта-*fosB* воздействовать на соответствующие гены в этой структуре головного мозга.

Кроме того, необходимо научиться распознавать людей, склонных к злоупотреблению наркотиками. Несмотря на то что в развитии привычки огромную роль играют психологические, эмоциональные, социальные и средовые факторы, статистические исследования показывают, что риск пристраститься к наркотику на 50% обусловлен генами. Эти гены пока не идентифицированы, но если ученые научатся диагностировать наркотическую предрасположенность в раннем возрасте, людям, входящим в группу риска, может быть оказана своевременная помощь.

Если учесть все обстоятельства, вряд ли когда-либо появятся препараты, способные обеспечить полное лечение этого синдрома. Только полный отказ от применения наркотиков способен обеспечить жизнь человеку. Это можно сделать только на ранней стадии их применения при определенной силе воли субъекта и помощи реабилитационных программ. Однако можно надеяться, что новые терапевтические подходы позволят ослабить его биологическую составляющую (наркотическую зависимость) и откроют новые возможности для физической и психической реабилитации больных психосоциальными методами. ■

(В мире науки, № 6, 2004)

# ВИАГРА ДЛЯ МОЗГА

Стивен Холл

Нейробиологи интенсивно изучают препараты нового поколения, предназначенные для улучшения памяти и умственной деятельности.

Между тем в обществе развернулась шумная дискуссия по поводу их возможного использования здоровыми людьми

**Х**олодным апрельским днем мы с Тимом Талли (Tim Tully), находясь в лаборатории, попытались заглянуть в будущее человеческой памяти и мышления. Капризная весенняя стихия заметала снегом раскинувшийся за окном Лонг-Айленд. Снегопад неожиданно напомнил мне далекие зимы на Среднем Западе, где мы с приятелем провели свое детство. Могучая сила памяти и стала вдохновителем грядущей революции в нейрофармакологии.

Тим Талли — нейробиолог и основатель компании *Helicon Therapeutics* — один из главных разработчиков нового класса препаратов, способных улучшать частично утраченную память. Лекарства появились на свет в результате сложнейших исследований одной из самых загадочных и удивительных способностей нашего мозга, благодаря которой мы помним и снегопады 30-летней давности, и место, где 30 минут назад оставили машину.

Тем памятным апрельским днем мы с Тимом стояли у экспериментального ящика, в котором лабораторная мышь решала хитроумную задачу под названием «Обучение распознаванию предметов». Мой коллега объяснил мне, что накануне зверька помещали в ящик, где находились два причудливых шишковидных предмета, различавшихся обонятельными, тактильными и другими сенсорными характеристиками. Мышь исследовала окружение в течение 15 минут и запомнила его настолько хорошо, что на следующий день сразу же обнаруживает любое ничтожное изменение. А вот грызуну, которому на ознакомление с ящиком отводили всего 3,5 минуты, времени на долговременное запоминание обстановки не хватило.

Наша мышь должна была научиться распознавать предметы за 3,5 минуты. Но Талли решил продемонстрировать мне этот опыт потому, что предварительно зверьку был введен некий

фармакологический препарат. Торопливо, подобно спортивному комментатору, он описывал ход событий, когда внимание мыши надолго приковал к себе новый предмет в ящике. «Вот, она приближается к нему. Обходит. Залезает наверх. И при этом не обращает внимания на знакомый объект», — пояснил ученый. Мышь на самом деле обнюхивала и кружилась исключительно вокруг нового предмета, полностью игнорируя старый, который она обследовала накануне.

Для проявления столь пристального любопытства зверек должен был запомнить предметы, находившиеся в ящике днем раньше, что требует формирования долговременной памяти. Несмотря на то что в результате многолетней экспериментальной работы было установлено, что мыши, как правило, не обнаруживают каких-либо изменений в течение 3,5 минут, наша справилась с задачей без труда. Это произошло благодаря стимулятору памяти, известному под аббревиатурой *CREB*.

Сегодня главные «потребители» новейших фармакологических лекарств — «мыши-эрудиты» и «крысы-интеллектуалы». На них и апробируются вещества, которые, возможно, смогут стимулировать умственную деятельность человека, улучшать память у больных нейродегенеративными заболеваниями и у жертв инсульта, а также у людей с задержкой психического развития. Потенциальный рынок таких препаратов поистине огромен. Только в США 4 млн. человек страдает болезнью Альцгеймера, у 12 млн. отмечается расстройство, известное под названием «слабо выраженное ухудшение когнитивных функций» (нередко оно предшествует развитию болезни Альцгеймера), а у 76 млн. человек старше 50 лет наблюдается забывчивость и более серьезные формы ухудшения памяти. Препараты гинкго двуплостного ежегодно продаются в США на сумму более \$1 млрд. (при том, что почти нет никаких





доказательств того, что это растение улучшает память). Объем продаж этого лекарственного препарата в Германии превышает объем продаж всех ингибиторов ацетилхолинэстеразы, используемых для приостановки процесса ухудшения памяти при болезни Альцгеймера, включая донепезил (*Aricep*), ривастигмин (*Exelon*) и галантамин (*Reminyl*).

Несмотря на непрекращающийся поток информации о грядущей революции в создании препаратов, образно названных одним журналом «виагрой для мозга», вряд ли можно в ближайшем будущем ожидать их появления на рынке. Компания *Cortex Pharmaceuticals* разработала новый класс стимуляторов памяти под названием ампакины, предположительно увеличивающих уровень нейротрансмиттера глутамата в нервной ткани. Сегодня проверяется их эффективность при лечении болезни Альцгеймера, слабо выраженном ухудшении когнитивных функций и шизофрении.

Число подобных предложений и исследований неуклонно растет. В начале 2004 г. начнут тестироваться лекарства для улучшения памяти, созданные в компаниях *Helicon Therapeutics* и *Memory Pharmaceuticals*. Нью-йоркская фирма *Ахонух* вплотную занялась проверкой своего препарата фензерина — мощного ингибитора ацетилхолинэстеразы, предназначенного для лечения болезни Альцгеймера. Нейробиологи из Принстонского университета предложили компании *Eureka Pharmaceuticals* из Сан-Франциско, сотрудничающей с учеными из Шанхая, заняться разработкой препаратов, которые сочетали бы достижения современной генетики со свойствами лекарств, применявшихся в древнекитайском траволечении.

Несмотря на то что большинство препаратов нового поколения не скоро получают официальное

одобрение властей, их возможное использование уже вызвало сильный общественный резонанс. Глава Президентского совета по биоэтике, философ-моралист Леон Касс (*Leon R. Kass*) считает, что «в тех областях человеческой жизни, где люди до сих пор достигали успехов исключительно благодаря дисциплине и самоотдаче, достижения, полученные с помощью таблеток, генной инженерии или технических трансплантатов, отдают мошенничеством или дешевизной».

С другой стороны, потребление «стимуляторов умственной деятельности» стало неотъемлемой частью нашего образа жизни с тех пор, как люди начали пить кофе. Если же новым «активаторам мозга» и впрямь суждено стать «мозговой виагрой» и занять свое место в нашей повседневной жизни, то возникает закономерный вопрос: как такое может произойти и насколько широким может стать их употребление? Вспомним историю предшествующих поколений «психомоторных стимуляторов», получивших в свое время официальное одобрение властей: метилфенидата (другие названия — меридил, риталин и т.д.), донепезила и модафинила, которые были разработаны исключительно в терапевтических целях. Сегодня эти препараты принимают многие здоровые люди, надеющиеся увеличить умственную работоспособность. Они свято верят в их чудодейственные свойства, несмотря на то что научных доказательств этого почти не найдено. Как замечают некоторые специалисты, силой своего «стимулирующего» действия эти лекарства ничем не отличаются от продуктов, составляющих наш обычный завтрак.

### Непобедимый кофеин

Исследователи из военных ведомств уже долгие годы ведут поиск средств для стимуляции когнитивных функций мозга. Нэнси Уэзенстен (*Nancy Jo Wesensten*) из Военного научно-исследовательского института Уолтера Рида занимается разработкой фармакологических препаратов для повышения уровня бодрствования (а значит, и боевой готовности) солдат, вынужденных в течение длительного времени обходиться без сна. В июле 1998 г. она случайно остановилась у стенда биотехнологической компании *Cephalon* и разговорилась с ее торговым представителем. В то время фирма как раз ожидала разрешения Управления по контролю за качеством продуктами питания и лекарствами (*FDA*) США на клиническое использование препарата под международным названием модафинил. Под патентованным названием провигил средство применяется для

лечения нарколепсии — глубокой дневной сонливости, от которой страдают более 125 тыс. американцев. Когда стало ясно, что модафинил вполне мог бы найти применение в армии США, фирма *Cephecon* предоставила его для исследований в военных целях.

Описанные события происходили без малого десять лет назад. В декабре 1998 г. *FDA* разрешило продажу модафинила как средства для лечения нарколепсии, и сегодня этот препарат ежегодно производится на сумму более \$200 млн., что, по мнению некоторых специалистов, гораздо больше, чем необходимо проживающим в США нарколептикам. Психиатры тоннами назначают его пациентам для поднятия настроения. По сути дела, модафинил превратился в средство стимуляции умственной деятельности, уменьшения потребности во сне, лечения депрессии, рассеянного склероза и повышения работоспособности.

Но вернемся к исследованиям Нэнси Уэзенстен. Ее заинтересовало, имеет ли модафинил какие-нибудь преимущества перед кофеином, который весьма успешно борется с бессонницей и ее последствиями. Кроме того, препарат доступен для широких слоев населения и почти не имеет побочных эффектов. Уэзенстен провела испытание на 50 добровольцах, остававшихся в бодрствующем состоянии в течение 54 часов. Спустя 40 часов после начала эксперимента они получали плацебо, 600 мг кофеина (доза, эквивалентная шести чашкам крепкого кофе) или одну из трех доз модафинила (100, 200 или 400 мг) и затем выполняли серию тестов, предназначенных для оценки умственной деятельности и выраженности побочных эффектов препаратов.

В наиболее высоких дозах (400 мг) модафинил успешно снимал усталость и восстанавливал умственную деятельность. Но точно такое же действие оказывал и кофеин. Побочные эффекты модафинила (как и кофеина) были очень незначительными. Ученые считают, что нет никаких оснований для использования модафинила вместо кофеина, т.к. по своему воздействию вещества почти не различаются.

Использование амфетаминов в качестве «пилюль боеготовности» для летчиков было разрешено еще во время Второй мировой войны. В 1993 г. ученые установили, что декстроамфетамин почти полностью восстанавливает работоспособность пилотов, проводивших 40 часов без сна. Позднее они сравнили стимулирующее воздействие модафинила и декстроамфетамина и их влияние на работоспособность военных, подвергавшихся вынужденной длительной бессоннице. Модафинил



Тим Талли, основатель компании *Helicon Therapeutics*, демонстрирует мышь, на которой испытываются препараты для улучшения памяти

снимал усталость и восстанавливал когнитивные функции мозга, но у некоторых испытуемых вызывал тошноту. Исследователи полагают, что в конце концов модафинил найдет применение и получит официальное одобрение на использование в качестве лекарства, но не заменит испытанную «пилюлю боеготовности». Декстроамфетамин прошел множество лабораторных испытаний и вот уже полвека отлично проявляет себя в боевых ситуациях. А модафинил пока остается темной лошадкой.

### Модафинил, риталин, донепезил...

Модафинил — один из препаратов, имеющих многочисленных поклонников среди здоровых людей. О том, какую чудодейственную помощь

#### ОБЗОР: НОВАЯ ЭРА НЕЙРОФАРМАКОЛОГИИ

- Грядущая революция в нейрофармакологии приведет к появлению препаратов, способных улучшать память у пациентов с нарушениями этой функции мозга вследствие болезней, а также стимулировать умственную деятельность здоровых людей.
- Не исключено, что прием новых лекарств здоровыми гражданами позволит им сократить время сна, увеличить работоспособность и почувствовать прилив сил.
- Несмотря на то что применение «стимуляторов мышления» нового поколения начнется не скоро, их появление уже вызвало общественный резонанс.

в учебе оказывает студентам риталин, ходят легенды. Лекарство обычно назначается гиперактивным детям с нарушенной способностью к концентрации внимания. Однако пристрастилась к нему и учащаяся молодежь, и бизнесмены.

Воздействие риталина и подобных ему препаратов на здоровых людей изучалось мало. Но по меньшей мере в одном исследовании было показано, что продолжительный прием одного из «психостимуляторов» реально улучшает умственную деятельность. В июле 2002 г. специалисты из Стэнфордского университета в своей статье рассказали о влиянии донепезила на профессиональные навыки летчиков. Донепезил (патентованное название — арисепт, *Aricept*) — один из многочисленных препаратов, получивших одобрение FDA в качестве средства для приостановки прогрессирующей потери памяти при болезни Альцгеймера. Две группы летчиков обучались выполнять ряд заданий в пилотажном имитаторе. Затем в течение 30 дней испытуемые из одной группы получали плацебо, а из другой — донепезил в дозе 5 мг в день (меньше, чем обычная терапевтическая доза лекарства). После чего летчики из обеих групп вновь подвергались хитроумным испытаниям в кабине тренажера.

Пилоты должны были выполнять сложнейшие «воздушные» маневры и одновременно реагировать на периодически возникающие чрезвычайные ситуации (например, резкое изменение показаний приборов, указывающее на падение давления масла). Спустя месяц летчики, получившие донепезил, справлялись с тестовыми заданиями значительно лучше, чем испытуемые контрольной группы (особенно в тех случаях, когда задание было связано с «посадкой самолета» или неожиданными сбоями в работе систем управления). По мнению исследователей, если окажется, что полноценные в интеллектуальном отношении люди смогут улучшать свои умственные способности с помощью химических препаратов, то могут возникнуть серьезные правовые, административные и этические вопросы. И если пророчество сбывается в отношении донепезила, модафинила и прочих лекарственных средств, оно коснется и «умных пилюль» нового поколения, которые создаются не благодаря случайным научным открытиям, а в результате мощной и целенаправленной атаки человеческой памяти.

**Умопомрачительная память**

Когда президент фармацевтической компании *Memory Pharmaceuticals* показывал мне свои раскинувшиеся на севере штата Нью-Джерси

обширные владения, едва ли не каждый отрезок нашей продолжительной экскурсии он завершал словами: «На высшем уровне!» И в электрофизиологической лаборатории, где исследователи изучают влияние потенциальных «стимуляторов памяти» на отдельные нейроны и срезы головного мозга животных, и в виварии, где препараты испытываются на взрослых грызунах, и в залах фармакокинетики, где непрестанно щелкающие и гудящие автоматы без устали анализируют пробы крови животных и людей, везде — «На высшем уровне!».

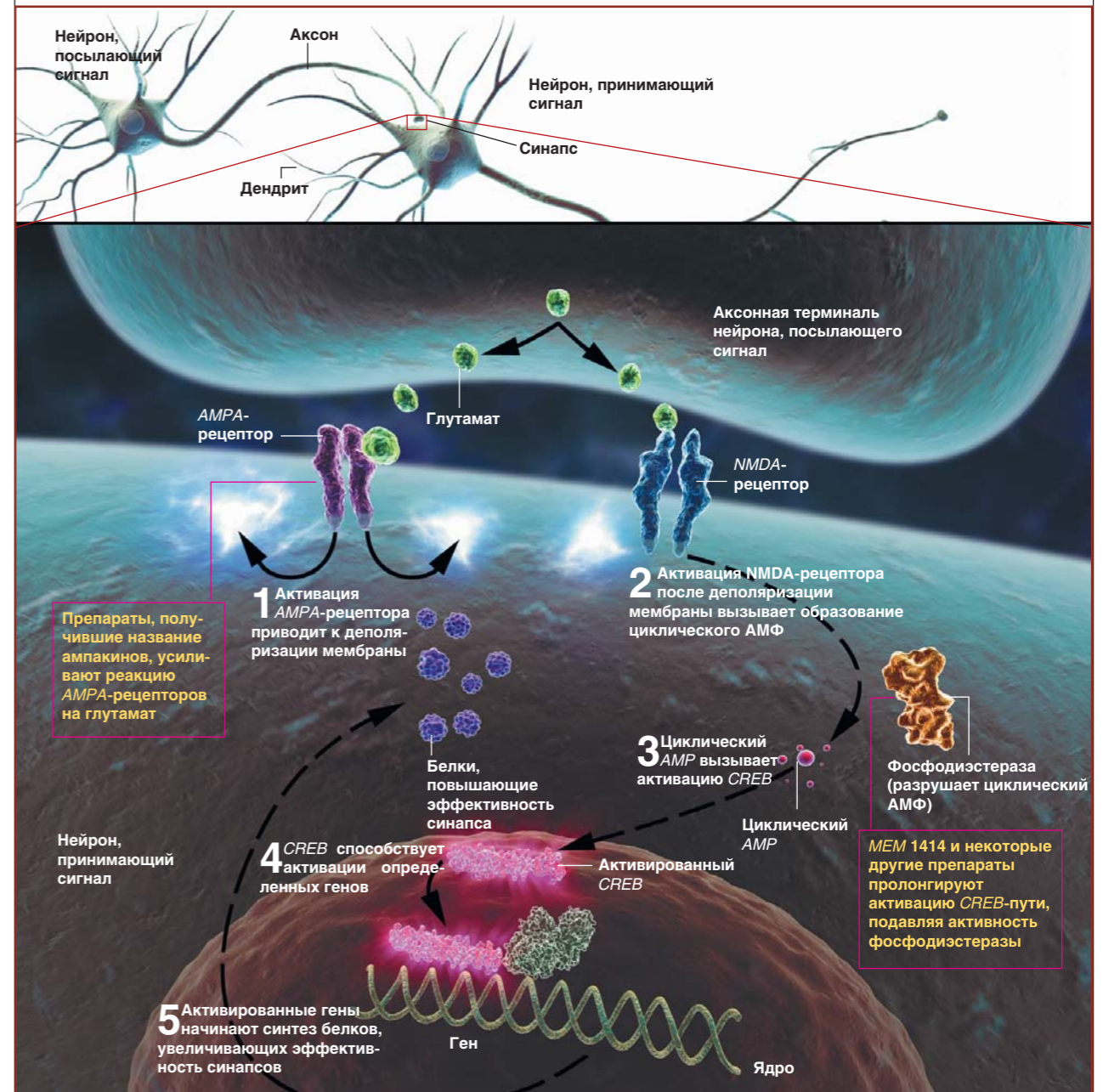
В начале 2003 г. компания *Memory Pharmaceuticals* приступила к проверке на безопасность препарата, предназначенного для улучшения памяти и умственной деятельности, — соединения под названием *MEM 1003*. Это вещество, регулирующее транспорт ионов кальция в нейроны, призвано восстанавливать кальциевое равновесие в клетках головного мозга при болезни Альцгеймера, слабо выраженном ухудшении умственной деятельности или «сосудистой деменции». В плане фармакокинетики и токсикологии испытания проходят исключительно успешно. Для людей вещество совершенно безопасно, однако более пристальное внимание специалистов привлекает к себе другой препарат компании — соединение *MEM 1414*. Оно способно активизировать молекулярный путь, который играет ключевую роль в процессе консолидации памяти — превращении кратковременных ощущений и навыков в следы долговременной памяти. Важнейшее участие в процессе принимает белок, получивший название *CREB*.

В середине 1990-х гг. Тим Талли и Джерри Йин (*Jerry Yin*) генетически сконструировали особую линию плодовых мушек дрозофил с поистине феноменальной фотографической памятью: насекомые способны обучаться, выполнять определенные задания и запоминать выработанные навыки в течение одного экспериментального сеанса, тогда как их «нормальным» сородичам требуется 10 сеансов. Специалисты добились такого поразительного улучшения памяти за счет активации одного-единственного гена под названием *CREB*. Как показали исследования, когда животные учатся выполнять какое-нибудь задание и запоминают образующийся навык, синапсы, ответственные за формирование следа памяти, перестраиваются в результате процесса, требующего активации генов. Оказалось, что формирование следа памяти сопровождается образованием в клетке молекулы-посредника — циклического АМФ (цАМФ). Эта молекула в свою очередь «запускает» образование белка, который

**КАК РАБОТАЮТ «СТИМУЛЯТОРЫ ПАМЯТИ»**

Ряд препаратов, предназначенных для улучшения памяти, воздействует главным образом на два процесса, развивающихся в нейронах во время консолидации памяти: деполяризацию мембраны и активацию *CREB*-белка. Деполяризация возникает после того, как высвобождение возбуждающего нейротрансмиттера глутамата в синапс (область контакта между двумя нервными клетками) стимулирует *AMPA*-рецепторы на поверхности нейрона, получающего нервный сигнал. Под влиянием деполяризации на глутамат реагирует и другой поверхностный белок — *NMDA*-рецептор. В результате внутри клетки активируется сложная последовательность молекулярных взаимодействий, включающая образование

циклического АМФ и, как следствие, активацию *CREB*-белка. (Прерывистыми стрелками обозначены звенья этого процесса, опущенные для упрощения схемы.) Последнее событие имеет решающее значение для консолидации памяти: активированный *CREB* помогает «включить» гены, ответственные за синтез белков, укрепляющих определенные синапсы. Некоторые другие препараты ускоряют процессы памяти за счет усиления реакции *AMPA*-рецепторов на глутамат, т.е. благодаря облегчению деполяризации. А третьи увеличивают уровень активного *CREB* в клетках — например, за счет подавления активности фермента фосфодиэстеразы, которая разрушает циклический АМФ.



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «СТИМУЛЯТОРОВ УМСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Препараты, способные улучшать когнитивную деятельность мозга, применяются в основном для лечения деменции и других заболеваний. Некоторые из имеющихся в продаже лекарств проходят проверку или уже используются для улучшения работоспособности здоровых людей (например, для борьбы с сонливостью у специалистов, работающих в ночную смену, или для повышения оперативности действий летчиков в условиях стресса).

Тип препарата	Компания	Предназначение	Статус
Ингибитор CREB	Helicon Therapeutics	Подавление неприятных воспоминаний	В начале разработки
Активатор CREB	Helicon Therapeutics	Улучшение памяти	В начале разработки
Активатор CREB (MEM 1414)	Memory Pharmaceuticals в сотрудничестве с Roche	Улучшение памяти	Проверка безвредности для людей началась в конце 2003 г.
Регулятор тока кальция (MEM 1003)	Memory Pharmaceuticals	Улучшение памяти	Проходит испытания на безвредность
Ампакины	Cortex Pharmaceuticals	Улучшение памяти	Проходит проверку терапевтической эффективности
Фензерин	Ахонух	Лечение легких и средних форм болезни Альцгеймера	Завершены испытания терапевтической эффективности
Модафинил (Провигил)	Cephalon	Лечение нарколепсии	Имеется в продаже
Метилфенидат (Риталин)	Novartis	Повышение уровня внимания	Имеется в продаже
Донепезил (Арисепт)	Eisai/Pfizer	Лечение легких и средних форм болезни Альцгеймера	Имеется в продаже
Ривастигмин (Экселон)	Novartis	Лечение легких и средних форм болезни Альцгеймера	Имеется в продаже
Галантамин (Реминал)	Janssen	Лечение легких и средних форм болезни Альцгеймера	Имеется в продаже

связывается с ДНК нервной клетки. В результате активизируется целая совокупность генов, ответственных за синтез белков, которые «доставляют» синапсы и тем самым повышают эффективность их работы. Такой процесс и лежит в основе консолидации следа памяти. «Запускающий» его белок получил сложное название *cAMP response element-binding protein (CREB)* — белок, связывающийся с цАМФ-зависимым элементом. Чем выше уровень CREB в нейроне, тем быстрее происходит консолидация памяти. Так по крайней мере обстоит дело у моллюсков, плодовых мушек и мышей. У человека же обычно

циклический АМФ в клетке разрушается ферментом фосфодиэстеразой (ФДЭ). Теоретически подавление активности ФДЭ приводит к увеличению времени доступности CREB, а значит, и скорости процесса формирования памяти. Но ингибиторы ФДЭ пользуются у специалистов весьма сомнительной репутацией. С помощью одного из них в Японии пытались лечить депрессию, но лекарство вызывало у людей побочное действие — тошноту. Тем не менее в предварительных испытаниях ингибиторы ФДЭ прекрасно зарекомендовали себя в качестве средств, улучшающих память. Поэтому

не удивительно, что фармацевтические компании занялись разработкой препаратов, основанных на ФДЭ (класс соединений, известных под названием PDE-4).

Исследователи возлагают большие надежды на препарат MEM 1414. Интересно, что у приматов и грызунов в старости отмечается точно такое же ухудшение памяти, как и у пожилых людей. В преклонном возрасте 50% животных утрачивает способность к образованию новых следов памяти, а MEM 1414 восстанавливает ее почти до нормального уровня.

Мнение, что CREB — наилучшая основа для создания «стимуляторов памяти», разделяют далеко не все. Выбор этого не очень оправдан с биологической точки зрения, особенно если речь идет о млекопитающих. Ведь CREB экспрессируется в организме повсюду. Некоторые исследователи даже полагают, что новые препараты окажутся не более действенными, чем кофеин. К тому же CREB — далеко не единственный способ манипулирования памятью. Так, нейробиологи из Принстонского университета изучают рецептор нейротрансмиттера NMDA, присутствующий только в переднем мозге, а внимание компании Cortex Pharmaceuticals сфокусировано на другой системе нейротрансмиттеров. «Откровенно говоря, наши знания ничтожно малы, — признается Джо Цинь. — Мы не знаем ни принципов работы памяти, ни набора выполняемых ею операций. Нам многое известно о генах, но четкого представления об их функциях нет, что, по-моему, и стало основной проблемой всех терапевтических исследований».

«Ученых заботит только одно: добиться, чтобы препараты работали, — признается исследователь, уже долгое время проявляющий повышенный интерес к вопросам социальных последствий научных разработок. — Будут ли их использовать не по назначению, если подтвердится их клиническая эффективность? Думаю, да, ведь такие препараты способны улучшать и двигательные навыки, необходимые, например, для игры на фортепиано, или овладения иностранным языком». В конце концов не по назначению стала использоваться и виагра, но от нее не отказались, так же как не перестали принимать риталин и амфетамины. Однако самолечение опасно, т.к. может вызвать неожиданные побочные действия. У человека, например, могут возникнуть неизвестные психические расстройства.

От эпохального события, когда лекарства нового поколения дойдут до людей, нас отделяют пять–десять лет. И прежде чем «умные таблетки»



Риталин обычно назначается гиперактивным детям с нарушенной способностью к концентрации внимания. Среди старшекласников и студентов этот препарат популярен как средство для стимуляции умственной деятельности

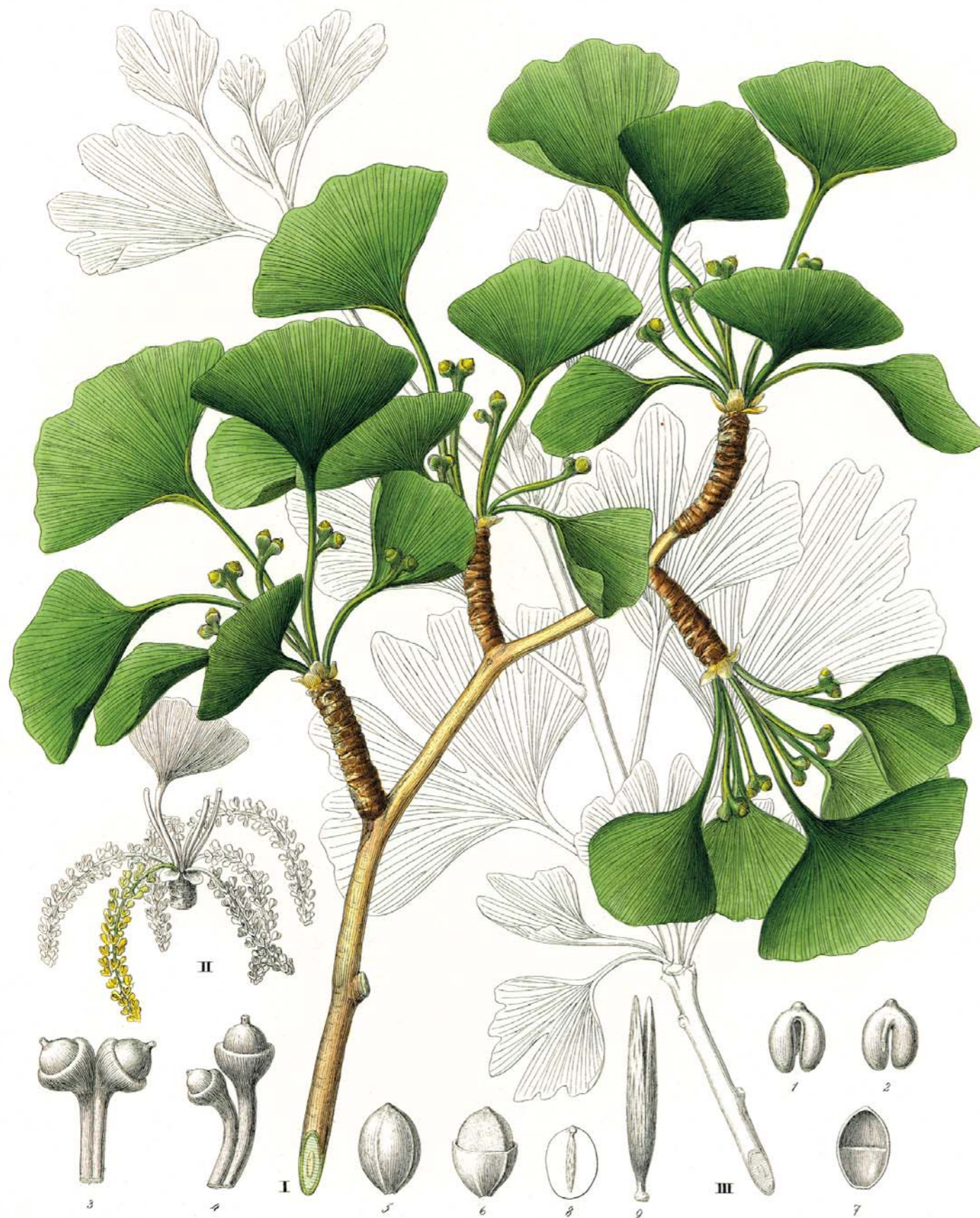
попадут в аптеки, нам предстоит узнать о них массу интересных вещей. Но судя по небольшому инциденту, произошедшему в Принстонском университете, все может сложиться иначе. Когда специалисты показывали мне виварий, где содержатся генетически сконструированные знаменитые «мышь-интеллектуалы», мимо нас прошел лаборант. В руке он нес самую примитивную мышеловку, в которой сидели два несчастных зверька. Я проводил взглядом грызунов «с повышенным уровнем когнитивных способностей», покачал головой и со вздохом произнес: «Не такие уж они и умные...» ■

(В мире науки, №12, 2003)

# ПОДНОГОТНАЯ ГИНКГО ДВУЛОПАСТНОГО

Пол Гоулд, Ларри Кэхилл и Гэри Уэнк

Этот популярный фитопрепарат и впрямь может слегка улучшить память.  
Однако съешьте кусок сахара — и эффект будет тот же



Веерообразные листья гинкго. Рисунок из книги «Флора Японии» (*Flora Japonica*), написанной в XIX в. немецким врачом Филиппом фон Зибольдом. Экстракт из этого растения — один из фитопрепаратов, наиболее широко используемых для улучшения памяти

Гинкго двулопастный (*Ginkgo biloba*) — удивительное дерево родом из Кореи, Китая и Японии. Сегодня оно встречается в парках и на городских улицах по всему миру. Растение достигает высоты 40 м и живет дольше 1000 лет. Возраст ископаемых остатков гинкго — 250 млн. лет, недаром Чарльз Дарвин назвал его «живым ископаемым». Впрочем, в наши дни всеобщее внимание приковано к нему благодаря экстракту, получаемому из веерообразных листьев дерева.

Этот экстракт еще много столетий назад нашел применение в традиционной китайской медицине. Сегодня лекарства на основе гинкго используются для улучшения памяти и стимуляции умственной деятельности, пожалуй, более широко, чем какие-либо другие растительные препараты. Особенно они популярны в Европе (в Германии экстракт гинкго недавно получил официальное признание в качестве средства для лечения старческого слабоумия). А в США в Национальном институте геронтологии он проходит испытания при лечении болезни Альцгеймера.

Однако существуют ли научные подтверждения способности гинкго улучшать умственную деятельность человека? Ведь информация о действенности большинства фитопрепаратов по большей части основана на слухах и домыслах, а не на результатах научной работы. Но некоторые препараты (в том числе и гинкго) заслуживают особого отношения: даже если их прием и безопасен, они отвлекают внимание (и финансы) больных от более сильных лекарств, а ведь стоят они совсем не дешево! В этой статье мы попытались обобщить результаты исследований, свидетельствующие как в пользу, так и против стимулирующего влияния гинкго на мозговые функции человека.

## Много вопросов — мало ответов

Обычная суточная доза препаратов гинкго — 120 мг сухого экстракта в 2–3 приема. Экстракт

содержит несколько флавоноидов — природных растительных соединений с двумя ароматическими кольцами в молекуле. В его состав также входит ряд бифлавоноидов и два типа терпенов — природных соединений, присутствующих, например, в кошачьей мяте (котовнике) и марихуане.

Влияние препаратов гинкго на умственные функции людей изучали десятки исследователей, однако полученные результаты опубликованы в журналах с очень ограниченным распространением, что сильно затрудняет их оценку. В подавляющем большинстве работ участвовали люди с незначительным или умеренным ухудшением умственной деятельности (наиболее частый диагноз — начальная стадия болезни Альцгеймера). Как правило, использовался стандартный экстракт гинкго — EGb 761.

В большинстве случаев оценивались память и эрудиция испытуемых; оценка внимания, мотивации, тревоги и прочих психических состояний почти не проводилась. Поскольку, как правило, тесты предлагались после длительного (обычно в течение нескольких месяцев) приема



## ГИНКГО И ГОЛОВНОЙ МОЗГ

**Ученые пока не знают, действительно ли экстракт из листьев гинкго двулопастного способен улучшать когнитивные функции человека. Однако обнаружено, что растение оказывает разностороннее воздействие на головной мозг.**

### КРОВЬ И СОСУДЫ

- Стимулирует расширение кровеносных сосудов, что приводит к усилению кровоснабжения головного мозга и уменьшению кровяного давления (возможно, и снижению риска инсульта).
- Снижает уровень холестерина в крови.
- Подавляет слипание тромбоцитов и образование кровяных сгустков. Это снижает риск тромботического инсульта (закупорка кровеносного сосуда мозга кровяным сгустком), но повышает риск геморрагического инсульта (кровоизлияние в мозг).

### АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ

- Подавляет образование активных молекул кислорода, способных повреждать нейроны и вызывать возрастные изменения головного мозга.
- Ослабляет последствия церебральной ишемии (недостаточного кровоснабжения мозга) за счет подавления образования токсичных свободных радикалов после приступа ишемии.

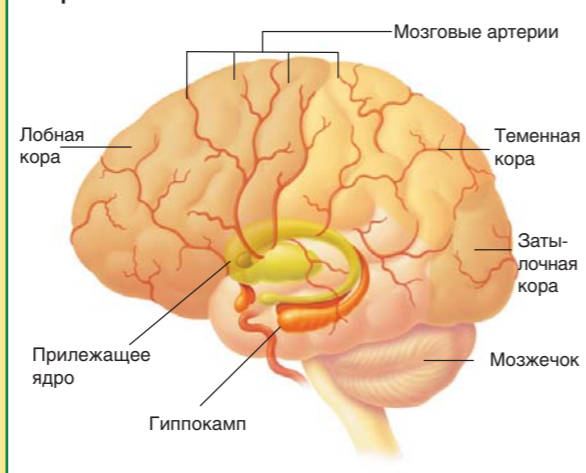
### УТИЛИЗАЦИЯ ГЛЮКОЗЫ

- Стимулирует поглощение глюкозы в лобной и теменной коре (отделах мозга, участвующих в переработке сенсорной информации и планировании сложных действий).
- Увеличивает поглощение глюкозы в прилежащем ядре («центр удовольствия») и мозжечке (отдел мозга, ответственный за координацию движений).

### СИСТЕМЫ НЕЙРОТРАНСМИТТЕРОВ

- Помогает нейронам переднего мозга поглощать холин из крови. Холин входит в состав нейротрансмиттера ацетилхолина — вещества, опосредующего

Области мозга, на которые воздействует экстракт гинкго



передачу нервных сигналов от одного нейрона к другому.

- Поддерживает активное состояние нейронных рецепторов, опосредующих реакции на серотонин (нейротрансмиттер, ослабляющий стресс и тревогу).
- Усиливает высвобождение гамма-аминомасляной кислоты (нейротрансмиттер, ослабляющий тревогу). Снижение стресса может уменьшать уровень глюкокортикоидных гормонов в крови, что благотворно сказывается на функциях гиппокампа (структуры головного мозга, играющей важную роль в обучении).
- Стимулирует выработку адреналина. Как известно, повышенная активация адреналиновой системы некоторыми антидепрессантами ослабляет симптомы депрессии.

препаратов гинкго, трудно определить, на какие именно когнитивные способности растение оказывало влияние.

В 1998 г. нейробиологи из Орегонского медицинского университета проанализировали результаты более чем 50 исследований, в которых участвовали люди с ухудшением умственной деятельности. Лишь четверо из них полностью удовлетворяли требованиям к научным работам (исчерпывающее описание диагноза болезни Альцгеймера, прием испытуемыми стандартного экстракта гинкго, использование плацебо и двой-

ного слепого контроля). Во всех работах было установлено, что пациенты с болезнью Альцгеймера, принимавшие препараты гинкго, выполняли различные когнитивные тесты лучше, чем больные, получавшие плацебо. Наиболее значительное улучшение когнитивных функций отмечалось в стандартных тестах для оценки внимания, краткосрочной памяти и времени реакции; в среднем оно составляло 10–20%.

По мнению исследователей, влияние гинкго на умственную деятельность человека сравнимо с действием донепезила — препарата, широко

используемого для лечения болезни Альцгеймера. Донепезил повышает активность головного мозга, подавляя разрушение ацетилхолина — химического вещества, обеспечивающего передачу нервного сигнала от одного нейрона другому. Однако недавно было проведено другое широкомасштабное исследование, в котором экстракт EGb 761 принимали пациенты со слабо или умеренно выраженным слабоумием. Авторы сообщили об «отсутствии каких-либо систематических и клинически значимых эффектов гинкго» при выполнении испытуемыми всех предложенных когнитивных тестов.

Даже если препараты гинкго оказывают стимулирующее воздействие на умственную деятельность людей с болезнью Альцгеймера, важно знать, действительно ли они улучшают их когнитивные способности или же попросту приостанавливают развитие заболевания? Исследование, проведенное в 1997 г. нейробиологами из Нью-Йоркского института медицинских исследований, дало на этот ключевой вопрос два разных ответа. Результаты зависели от того, какой тест использовался для оценки когнитивных функций испытуемых. Если она проводилась с помощью когнитивной шкалы для оценки состояния пациентов с болезнью Альцгеймера, показатели больных, получавших плацебо на протяжении года, ухудшались, а показатели пациентов, принимавших гинкго, оставались стабильными. Но если использовался другой инструмент — шкала для оценки состояния гериатрических пациентов их родственниками, у всех испытуемых выявлялось одинаковое ухудшение когнитивных функций.

По меньшей мере в одном исследовании было выявлено положительное влияние этого растения

воспроизведению значительно повышалась после приема гинкго, что указывает на то, что основу стимулирующего влияния растения на когнитивные функции составляет некое краткосрочное, а не долговременное биологическое воздействие.

Нелишне вспомнить и те исследования, которые выявили ухудшение когнитивных способностей под влиянием гинкго. Так, было обнаружено, что пожилые люди с легкими или умеренными нарушениями памяти, в течение 24 недель принимавшие препараты гинкго, хуже вспоминали последовательность цифр, нежели испытуемые, получавшие плацебо.

### Полезен ли гинкго здоровым людям?

Исследований, посвященных воздействию этого растения на когнитивные функции здоровых молодых людей, проведено очень мало. В середине 1980-х Ян Хайндмарч (Ian Hindmarch) из Лидского университета (Англия) изучал прохождение различных тестов 8 здоровыми испытуемыми в возрасте 25–40 лет после приема препарата EGb 761. Оказалось, что лекарство в наиболее высокой дозе (600 мг) улучшало показатели только в тесте краткосрочной памяти. Не слишком убедительные свидетельства в пользу стимулирующего влияния гинкго на когнитивные функции молодых людей были получены позднее. Было обнаружено, что испытуемые, принимавшие гинкго, несколько лучше выполняют задания, требующие концентрации внимания. Также было выявлено некоторое улучшение памяти у людей среднего возраста, принимавших гинкго в сочетании с женьшенем.

Прежде чем проверять фармакологические препараты на людях, специалисты сначала тщательно

## Информация о фитопрепаратах, как правило, основана на слухах и домыслах, а не на результатах научных исследований

на состояние пациентов с ослаблением умственной деятельности после разового приема препарата гинкго. Ученые из Университета Верхней Бретани в г. Ренн (Франция) изучили небольшую группу пожилых людей с умеренно выраженным возрастным ухудшением памяти, получавших одну высокую дозу (320–600 мг) экстракта гинкго. Через час после приема лекарства исследователи оценивали память испытуемых, быстро показывая им небольшие наборы слов или рисунков и сразу же после этого предлагая им вспомнить материал. Способность пожилых людей к его

изучают их действие на лабораторных животных. Такие эксперименты определяют безопасность и действенность лекарств. Но поскольку применение препаратов гинкго не регулируется законодательством, производители не обязаны предварительно испытывать их на четвероногих. Поэтому сообщения о влиянии гинкго на память и процесс обучения у животных в научной периодике появлялись сравнительно редко. Возможно, самым заметным из них было исследование, в котором изучалось поведение молодых мышей, обучавшихся нажимать на рычаг для получения

## НЕКОТОРЫЕ «СТИМУЛЯТОРЫ МОЗГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Пожилые люди проявляют большой интерес к бесчисленным «стимуляторам мозговой деятельности». Торговля подобными препаратами сопровождается шумной рекламой их «чудодейственных» свойств. Проведя анализ сообщений, опубликованных в научных журналах, мы обнаружили, что некоторые из таких лекарств действительно улучшали память у лабораторных животных, а иногда и у людей. Однако возникают многочисленные вопросы, связанные с выбором испытуемых, правомочностью сопоставления результатов, полученных при использовании тестов разного типа, и некоторыми другими аспектами экспериментальных процедур и интерпретации данных. Поэтому эффективность таких препаратов как средств, приостанавливающих потерю памяти, вызывает сомнение. Ниже приводится краткая характеристика шести классов препаратов, свободно продаваемых в аптеках и рекламируемых в качестве средств, улучшающих память.

### Фосфатидилсерин (ФС)

Установлено, что этот природный липид замедляет старческие изменения нейронов у крыс и мышей и восстанавливает нормальный уровень памяти при выполнении разнообразных заданий. Исследования влияния ФС на память человека очень малочисленны. У пожилых людей с умеренным ухудшением умственной деятельности ФС вызывал незначительное улучшение запоминания перечня слов.

### Холиновые соединения

Эффективность фосфатидилхолина (лецитина) как средства, улучшающего память у пациентов с болезнью Альцгеймера, не подтвердилась. Испытания цитиколина в этом плане почти не проводились; лишь в одном случае сообщается о значительном улучшении памяти при запоминании рассказа у небольшого числа здоровых пожилых людей.

### Пирацетам

Созданный в 1967 г. пирацетам не был одобрен Управлением по контролю за качеством пищевых продуктов и лекарств США. В Мексике и Европе он продается под различными названиями (ноотропил, пирроксил и т.д.). В экспериментах на животных показано, что препарат может облегчать передачу нервных сигналов и повышать синаптическую активность, а также замедлять старческие изменения нейрональных мембран. Отсутствуют четкие данные о его благотворном влиянии на когнитивные функции пациентов с болезнью Альцгеймера или пожилых людей с возрастным ухудшением памяти.

### Винпоцетин

Этот алкалоид, выделенный из барвинка, усиливает мозговое кровообращение. В трех исследованиях было установлено, что пожилые люди, страдающие старческим слабоумием

или нарушениями памяти вследствие недостаточного мозгового кровотока, после приема винпоцетина лучше выполняли тесты на концентрацию внимания и запоминание.

### Ацетил-L-карнитин (АК)

Эта аминокислота участвует в клеточных процессах, связанных с высвобождением энергии. В исследованиях на животных показано, что АК предотвращает возрастное уменьшение количества рецепторных молекул на нейрональных мембранах. Но прием препарата пациентами с болезнью Альцгеймера не приводил к заметному росту показателей в различных тестах памяти.

### Антиоксиданты

Антиоксиданты (витамины Е, С и другие соединения) способствуют «обезвреживанию» свободных радикалов (с возрастом активность этих частиц, повреждающих клетки и ткани, повышается). Но проведенные исследования не выявили значительного влияния витамина Е на память пациентов, страдающих болезнью Альцгеймера или находящихся на ранних стадиях болезни Паркинсона. Одновременный прием витаминов Е и С студентами колледжа не приводил к улучшению их показателей.



пищевого вознаграждения. Грызуны, в течение 4–8 недель принимавшие гинкго, начали выполнять задание немного быстрее, чем контрольные животные. Но и в данном случае остается неясным, стимулирует ли гинкго процесс обучения или же оно оказывает какое-то воздействие, улучшающее выполнение четвероногими задания (сообщалось, например, что экстракт гинкго уменьшает стресс у крыс).

Если гинкго улучшает умственную деятельность, каковы механизмы его действия? Исследования на людях и животных позволили ученым выделить несколько типов биологического воздействия, которые вполне могут быть связаны с предполагаемым стимулирующим действием растения на когнитивные функции. Но каковы бы ни были механизмы, похоже, прием гинкго (даже в обычных дозах — 120–240 мг в день) представляет для здоровья человека определенную опасность. В качестве побочных эффектов отмечаются, например, субдуральные гематомы и желудочно-кишечные расстройства, тошнота, рвота, чрезмерное слюноотделение, ухудшение аппетита, головные боли, головокружение, шум в ушах и кожные высыпания. Однако риск серьезных нарушений невелик.

Вернемся к главному вопросу: действительно ли препараты гинкго улучшают умственную деятельность человека? Судя по результатам исследований — совсем незначительно. Поскольку научных работ в этом направлении было проведено очень мало, а их качество во многих случаях оставляет желать лучшего, говорить с какой-либо определенностью даже о слабом стимулирующем воздействии этого растения пока преждевременно. Гинкго может приостановить ухудшение умственной деятельности у больных слабоумием. Разовый прием препарата может ненадолго улучшить память. Но ограниченный объем научных данных не позволяет дать этим фактам адекватной оценки.

### Практические выводы

Можно ли считать препараты гинкго лучшим средством для улучшения памяти? Безусловно, есть много других лекарств, а также сравнительно простых воздействий иной природы, влияющих на память и другие когнитивные функции. Так, у человека, с волнением слушающего занимательный рассказ, надпочечники увеличивают выброс в кровоток адреналина, что улучшает память и без всяких медикаментов. Одно из объяснений такого явления в том, что адреналин стимулирует высвобождение

глюкозы печенью, увеличивая ее уровень в крови, а следовательно, и доступность для головного мозга.

Память может улучшить даже кусок сахара. При повышении уровня глюкозы в крови крысы, мыши и люди (в том числе и страдающие болезнью Альцгеймера) начинают лучше выполнять различные когнитивные тесты. Влияние глюкозы, как и большинства других препаратов, улучшающих память, описывается кривой доза-эффект, имеющей колоколообразную форму. Память улучшают только умеренные дозы глюкозы; в низких дозах она практически не действует, а в высоких — может дать обратный эффект.

Например, в тесте на запоминание короткого рассказа глюкоза увеличивала показатели памяти у здоровых молодых и пожилых людей на 30–40%, а у пациентов с болезнью Альцгеймера — на 100%. Улучшение памяти в данном исследовании было гораздо более выраженным, чем в двух других, где изучалось воздействие гинкго (10–20%). Но в большинстве экспериментов, в которых оценивалось влияние глюкозы, испытуемые получали разовые дозы препарата, и проводилось сравнение их памяти до и после его приема. В большинстве же исследований, где изучались препараты гинкго, пациенты принимали их в течение длительного времени, а их память сравнивалась с памятью контрольных испытуемых.

Здоровый скептицизм, с которым мы приступили к написанию обзора, никоим образом не отразился на нашем твердом намерении избегать предвзятых суждений. Факты указывают на то, что гинкго и в самом деле может улучшать некоторые когнитивные функции человека, но воздействие выражено слабо и проявляется лишь в определенных условиях. Общее же впечатление таково, что имеющейся информации явно недостаточно для того, чтобы делать окончательные выводы о способности этого растения стимулировать умственную деятельность человека.

Впрочем, получено достаточно много положительных свидетельств, оправдывающих дальнейшее изучение целебных свойств гинкго. Однако, как показывает многолетний опыт испытания новых лекарственных средств, положительные результаты, первоначально получаемые в исследованиях с участием небольшого числа людей, как правило, не подтверждаются, когда препарат начинают испытывать на большом количестве пациентов. А потому настоящая проверка целебных качеств гинкго — дело будущего. ■

(В мире науки, № 7, 2003)



# ЦЕЛИТЕЛЬНАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Хантер Хоффман

Виртуальные компьютерные миры помогают людям преодолевать мучительную боль и преодолевать навязчивые страхи

Герои фантастического фильма «Матрица» совершают свои подвиги в виртуальном мире. Не покидая кресел, они сражаются со злодеями, уворачиваются от пуль и носятся на мотоциклах по лабиринтам, хитроумно сконструированным компьютерными программами. Главная особенность виртуальной реальности (создание иллюзии пребывания в каком-то ином пространстве) может принести огромную пользу медицине. Ученые начинают понимать, что лучшее применение виртуальной реальности — не развлечения, а терапия.

Можно ли с помощью виртуальной реальности облегчить страдания людей, получивших тяжелые ожоги и испытывающих невыносимую боль? Поиску ответа на этот вопрос и посвящена наша многолетняя совместная работа со специалистом по боли из Медицинской школы Вашингтонского университета Дэвидом Паттерсоном (David R. Patterson). Полученные результаты оказались настолько обнадеживающими, что в нескольких американских клиниках уже ведется подготовка к использованию виртуальной реальности в качестве обезболивающего средства. В другой серии исследований мы используем аналогичные компьютерные программы для устранения иррационального навязчивого страха пауков у фобических пациентов и лечения посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) у жертв террористических актов.

## Мир паука и мир снега

Наибольшие мучения приносят тяжелые ожоги. Пережив ужасные страдания непосредственно после травмы, пациенты ожоговых отделений должны еще выдержать длительный и не менее мучительный процесс лечения и выздоровления. Ежедневная обработка ран, их промывание и удаление отмерших тканей для предотвращения инфекции может причинять человеку такую страшную боль, что унять ее не способны

даже высокие дозы опиоидов. Для того чтобы заживающая кожа сохранила свою эластичность, а расположенные под ней мышцы не атрофировались, ее нужно регулярно растягивать. Во время такой процедуры большинство пациентов (особенно дети) предпочитают думать о каких-нибудь посторонних предметах. А нельзя ли отвлечь их внимание от болевых ощущений с помощью многочисленных компьютерных программ?

В Ожоговый центр Харборвью в Сиэтле поступили два мальчика-подростка, получивших тяжелые ожоги в результате возгорания бензина. У одного был ожог ноги, у другого была поражена треть поверхности тела — лицо, шея, спина, руки и ноги. Обоим больным была произведена операция по пересадке кожи и установлены скобки для фиксации трансплантатов. Мы начали наблюдать детей, когда у них были удалены фиксирующие скобки. Перед этой процедурой оба пациента получали обычную терапевтическую дозу опиатов. Кроме того, каждый из них проводил часть времени за компьютером, погрузившись в виртуальную реальность, и столько же времени за популярной видеоигрой *Nintendo (Wave Race 64, гонки на реактивных лыжах, либо Mario Kart, автогонки)*. Программа виртуальной реальности *SpiderWorld* («Мир паука») первоначально была разработана как средство для лечения людей с навязчивым непреодолимым страхом пауков. Надев на голову шлем со встроенным стереоскопическим дисплеем, на котором появлялись трехмерные компьютерные графические изображения, пациенты получали полную иллюзию пребывания на кухне с окном и мебелью с многочисленными горизонтальными плоскостями и выдвижными ящиками. На кухне сидел тарантул; эффект присутствия усиливал игрушечный паук, подвешенный на нитке над постелью пациента, который мог дотронуться до него рукой.

По рассказам подростков, видеоигры *Nintendo* не могли отвлечь их от боли во время процедур,

а погружение в виртуальный «Мир паука» значительно облегчало страдания. После каждого терапевтического сеанса пациенты оценивали интенсивность боли по шкале от 0 до 100 баллов. Игра *Nintendo* способна надолго поглотить внимание здорового человека, но погружение в двухмерный мир видеоигры оказывается гораздо менее глубоким, чем в трехмерную виртуальную реальность. Такой вывод подтверждают и результаты исследования 12 пациентов, проведенного в Ожоговом центре Харборвью: интенсивность болей у пациентов, использовавших традиционные средства облегчения боли (только опиоиды), была в два раза выше, чем в случае погружения в виртуальный «Мир паука».

Стремясь повысить плодотворность «виртуальной терапии», наша исследовательская группа создала специальную программу «Мир снега» (*SnowWorld*), призванную облегчить страдания ожоговых пациентов. Разработанная при поддержке одного из основателей компании *Microsoft* Пола Аллена (Paul G. Allen), она создает иллюзию полета через запороженный снегом каньон, по дну которого протекает замерзающая речка и бурлит водопад, а в воздухе над ним кружат снежинки. Поскольку многие пациенты жалуются на то, что во время лечебных процедур они испытывают такие же сильные мучения, как и сразу после травматизации, мы надеялись, что снег и лед хотя бы немного успокоят их опаленную пламенем кожу. Когда больной парит над виртуальным каньоном, он может кидаться снежками в снеговиков, эскимосские хижины, роботов и пингвинов, стоящих на узкой кромке льда или плывущих по реке. Если снежок поражает цель,

#### ОБЗОР: ВИРТУАЛЬНО-РЕАЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ

- Один из наиболее эффективных способов облегчения боли — отвлечение внимания. Виртуальная реальность переносит человека в трехмерное пространство, а потому как нельзя лучше помогает больным вытерпеть боль.
- Программы виртуальной реальности во время обработки ран у ожоговых пациентов значительно ослабляют боль. Изображения, полученные с помощью функциональной магнито-резонансной томографии, показывают, что виртуальная реальность вызывает снижение уровня активности головного мозга, связанной с болью.
- Кроме того, такие программы помогают фобическим пациентам преодолеть страх пауков, высоты, воздушных перелетов или публичных выступлений. Разработана методика лечения посттравматического стрессового расстройства у выживших жертв террористического акта 11 сентября 2001 г.

фигуры исчезают в облаке снежной пыли, пингвины с криканьем переворачиваются вверх тормашками, а роботы превращаются в груды железа.

Дальнейшие работы выявили, что лечение виртуальной реальностью благотворно воздействует не только на состояние ожоговых пациентов. Мы обследовали 22 здоровых добровольца, которым на 10 минут на руку помещалась манжета для измерения кровяного давления. Каждые две минуты испытуемые должны были оценивать вызываемую ею боль; как и ожидалось, со временем болевые ощущения усиливались. Но в течение двух последних минут процедуры каждому испытуемому предлагалось на короткое время погрузиться в «Мир паука» или «Мир шоколада» (*ChocolateWorld*). (Пользователь последней программы видит виртуальную плитку шоколада, соединенную через позиционный датчик с реальной шоколадкой; откусывая кусочек настоящей конфеты, он видит, как исчезает и соответствующая часть виртуальной сладости.) По словам испытуемых, во время погружения в виртуальную реальность их болевые ощущения значительно ослабевали.

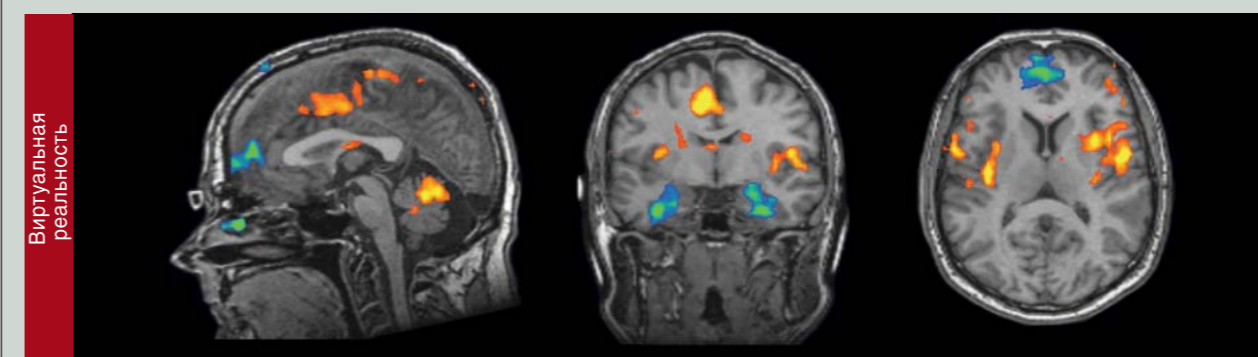
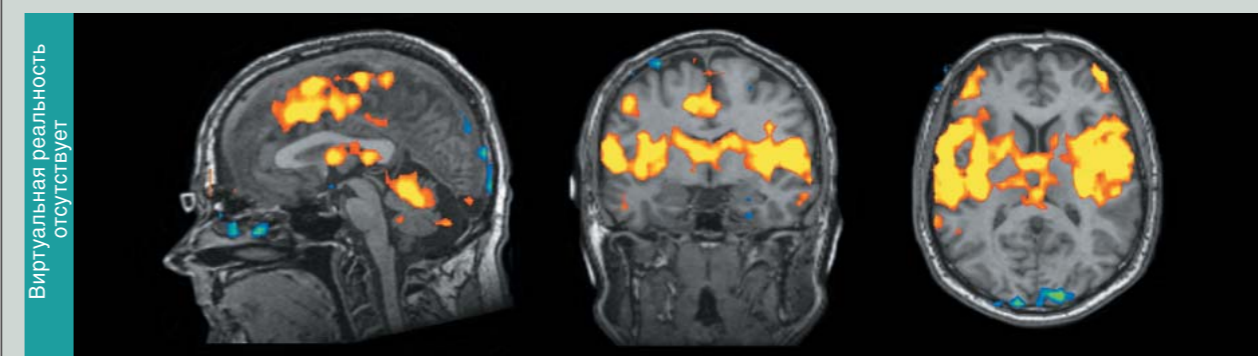
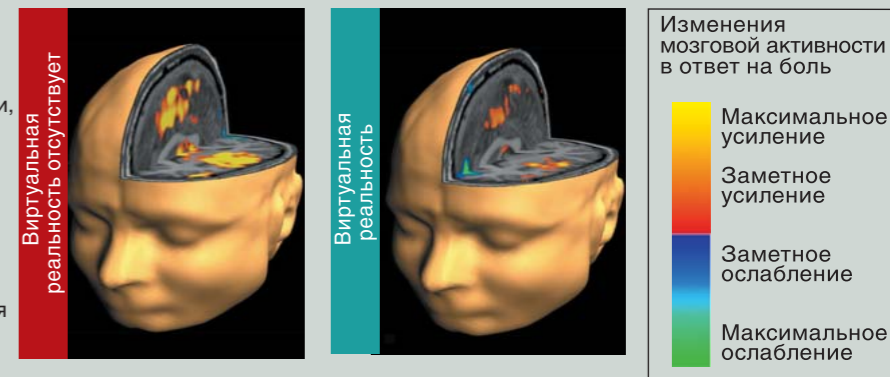
Более того, мы обнаружили, что качество компьютерных систем напрямую связано со степенью облегчения боли. В одном из исследований каждый из 39 здоровых добровольцев в течение 30 секунд подвергался воздействию теплового болевого раздражителя. В это время 20 из них погружались в интерактивную версию «Мира снега», имея на голове высококачественный шлем виртуальной реальности, наушники для прослушивания звуковых эффектов и датчик, отслеживающий положение головы. Остальные 19 испытуемых, получившие низкокачественный шлем без позиционного датчика, не могли слышать звуки и швыряться снежками по иллюзорным целям. Была выявлена значительная положительная корреляция между силой иллюзии (т.е. убежденностью испытуемых в том, что они действительно пребывают в виртуальном мире) и ослаблением болевых ощущений.

#### Боль и головной мозг

В описанных выше исследованиях учитывалась только субъективная оценка боли пациентами. Для более строгой проверки предположения об обезболивающем действии виртуальной реальности я вместе с коллегами из Вашингтонского университета решил исследовать активность головного мозга, связанную с болью, методом функциональной магнито-резонансной томографии (ФМРТ). Мы провели сканирование мозга здоровых испытуемых,

#### АКТИВНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА, СВЯЗАННАЯ С БОЛЬЮ

Когда здоровых испытуемых подвергали болевой стимуляции, изображения, полученные с помощью функциональной магнито-резонансной томографии, показывали сильное увеличение активности в нескольких отделах мозга, связанных с восприятием боли (справа и вверху, ближние снимки). Но если в это время пациенты пребывали в виртуальной реальности, болевая активность мозга была невысока (справа и внизу, дальние снимки).



подвергшихся короткой болевой стимуляции посредством прикрепленного к ступне электронного нагревательного элемента. Когда на пациентов воздействовали тепловые стимулы без применения виртуальной реальности, они сообщали, что чувствуют сильную боль и большую часть времени думают о ней. Как и следовало ожидать, с помощью ФМРТ было выявлено значительное усиление активности в пяти структурах головного мозга, связанных с восприятием боли: островке, таламусе, первичной и вторичной соматосенсорной коре и в чувствительной зоне поясной коры.

В ходе исследования мы создали виртуальные очки и волоконнооптический шлем из немагнитных

непроводящих материалов, на который не влияли мощные магнитные поля внутри системы ФМРТ. С помощью данных приборов мы обнаружили, что когда при воздействии теплового стимула испытуемые погружались в «Мир снега», болевая активность в мозгу значительно снижалась (одновременно уменьшались и показатели субъективной оценки болевых ощущений). Таким образом, полученные результаты показали, что виртуальная реальность изменяет не только восприятие людьми болевых сигналов: эти программы снижают уровень болевой активности в головном мозге.

Ученые установили также, что виртуальная реальность способна облегчать страдания пациентов





Программа виртуальной реальности, воссоздающая взрыв автобуса, предназначена для лечения посттравматического стресса у выживших жертв терактов в Израиле и Испании. Постепенно приучая пациентов к реалистичным образам и звукам, характерным для этой ситуации, программа помогает им осознать, пережить и в конце концов преодолеть мучительные эмоции, связанные с реальным событием

при крайне мучительной урологической процедуре прямой цистоскопии, во время физиотерапевтических процедур после хирургических вмешательств на мышцах и сухожилиях, в ходе стоматологических операций, а также у больных, перенесших инсульт.

### Виртуальная реальность против страха

Еще одна область терапевтического использования виртуальной реальности — лечение фобий путем демонстрации пациентам графических изображений объектов, вызывающих у них непреодолимый страх. Такой прием впервые был использован для лечения людей, боящихся высоты, воздушных полетов и публичных выступлений, а также ветеранов Вьетнамской войны с хроническим посттравматическим стрессом. Как и виртуальные программы по борьбе с болью, эта форма терапии способна менять у пациентов привычный ход мыслей, поведение и восприятие информации.

Работая с программами, мы обнаружили, что погружение в виртуальную реальность успешно избавляет пациентов от страха пауков. Наша первая больная с «паукобоязнью» под вымышленным именем мисс Маффит страдала таким тревожным расстройством 20 лет и приобрела за это время ряд форм навязчивого поведения. Чтобы избавиться от пауков, она непрестанно дезинфицировала свой автомобиль и опрыскивала его пестицидами. Каждый вечер она тщательно осматривала спальню на предмет возможного присутствия насекомых, а затем наглухо закрывала окна и заклеивала их липкой лентой. Куда бы ей ни доводилось попасть, она тут же принималась за поиск паукообразных и избегала ходить по дорогам, где они могли бы ей повстречаться. Выстирав одежду, она тут же складывала ее в пластиковый мешок, а затем проверяла еще раз, нет ли в ней пауков. Год от года состояние пациентки ухудшалось. Когда мисс Маффит перестала уже выходить из дома, она поняла, что пора обращаться к специалистам.

Как и другие формы экспозиционной терапии, лечение с помощью виртуальной реальности предполагает постепенное приучение человека, страдающего той или иной фобией, к объектам и ситуациям, вызывающим у него страх. Мало-помалу боязнь исчезает, и пациент успокаивается. На первых терапевтических сеансах он видит, как в виртуальной кухне сидит виртуальный тарантул, и, перемещаясь в трехмерном пространстве с помощью джойстика, старается «подойти» к объекту своих страхов как можно ближе. Его

цель — приблизиться к пауку на расстояние вытянутой руки.

На последующих занятиях пациент надевает перчатку, отслеживающую перемещения руки и позволяющую компьютерной программе создать ее изображение (киберруку) в пространстве виртуальной кухни. Больной манипулирует киберрукой, стараясь дотронуться до паука, а тот издает писк и отползает в сторону. Затем пациент виртуальной рукой поднимает лежащую на полу вазу; когда он ее отпускает, сосуд остается висеть в воздухе, но в это время из него выползает виртуальный тарантул. Когда паук падает на пол, раздается звуковой эффект из классического фильма ужасов «Психоз». Пациент выполняет каждое задание до тех пор, пока не перестает испытывать тревогу, и только после этого переходит к следующему этапу. На заключительных терапевтических сеансах его ждет еще одно новшество — тактильная (осязательная) обратная связь с виртуальной реальностью. Перед ним подвешивается игрушечный паук с электромагнитным позиционным датчиком, благодаря чему больной, дотрагиваясь киберрукой до виртуального насекомого, может чувствовать мохнатое существо.

Всего через 10 сеансов страха мисс Маффит заметно поутихли, а вместе с ними исчезло и неадекватное поведение. Пациентка добилась потрясающих успехов: она смогла (почти не испытывая тревоги) в течение нескольких минут держать на ладони живого паука, который даже заполз ей на плечо. В проведенном позднее исследовании значительное ослабление страха пауков отмечалось у 83% пациентов. До лечения эти люди не могли заставить себя подойти к садку с живым тарантулом ближе, чем на три метра. После курса виртуальной терапии они спокойно подходили вплотную к клетке и, не испытывая особой тревоги, дотрагивались до дверцы. Некоторые даже отваживались ее открывать.

Аналогичные компьютерные программы можно использовать и для лечения более серьезных психических нарушений — посттравматического стрессового расстройства (ПТСР). Симптомы заболевания включают в себя острые воспоминания о травматическом событии, сильные реакции на любые факторы, символизирующие или напоминающие происшествие, замкнутость, эмоциональную глухоту и раздражительность. Такое изнурительное состояние отражается на жизни и работе человека и поддается лечению гораздо труднее, чем различные формы фобии. Значительных успехов в лечении ПТСР

позволили добиться методы когнитивно-поведенческой терапии — такие, например, как продолжительная экспозиционная терапия. Метод помогает пациентам осознать, пережить и ослабить эмоции, связанные с памятью о травматическом событии. Врач постепенно приучает больного к раздражителям, активирующим такие эмоции, и обучает его управлять нежелательными реакциями.

Сегодня специалисты пытаются выяснить, можно ли с помощью программ виртуальной реальности добиться повышения результативности лечения больных — особенно таких, которые не поддаются воздействию традиционными способами. Исследователи из Корнеллского университета разработали метод виртуально-реальной экспозиционной терапии для молодой женщины, которая во время террористического акта 11 сентября 2001 г. находилась в одном из зданий Всемирного торгового центра и у которой впоследствии развилось ПТСР. Во время лечебных сеансов пациентка надевала шлем виртуальной реальности, позволявший ей видеть и слышать, как над башнями Центра пролетают реактивные самолеты, как они врезаются в здания и взрываются. Хотя состояние больной постепенно улучшилось, чудовищные сцены, показанные ей на заключительных сеансах, —



Страх перед публичными выступлениями можно устранить с помощью программы, разработанной компанией *Virtually Better*, поставляющей свои разработки психологам и психиатрам. Президент компании выступает перед виртуальной аудиторией, присутствующей на дисплее его шлема и на компьютерном мониторе



«Мир паука» — программа виртуальной реальности, призванная помочь фобическим пациентам преодолеть страх перед паукообразными. Дисплей, встроенный в шлем виртуальной реальности на голове пациентки, демонстрирует изображения иллюзорного паука (один из кадров программы показан на заднем плане). Чтобы обеспечить тактильную обратную связь с виртуальной реальностью, система отслеживает положение игрушечного паука (его держит в руке автор статьи), благодаря чему больная может «дотронуться» до виртуального тарантула

выпрыгивающие из горящего здания люди, крики и вой сирен — по-прежнему вызывали у нее сильную тревогу. Но эти раздражители могут помочь пациентке вспомнить подробности ужасных событий и под руководством терапевта ослабить дискомфорт, связанный с воспоминаниями о случившемся.

### Перспективы

Действенность виртуальной реальности при лечении различных фобий уже доказана десятками исследований и открывает путь к широкому клиническому использованию метода. Вместо того чтобы ложиться на кушетку и тихо беседовать с врачом, сегодня пациенты интерактивно



Перевязочная в Ожоговом центре Харборвью в г. Сиэтл. Программа виртуальной реальности помогает облегчить боль во время обработки раны. Надев на голову шлем виртуальной реальности и зажав в руке джойстик, пациент работает с программой «Мир снега», разработанной для облегчения боли. Исследования показывают, что такие программы более эффективно, чем видеоигры, отвлекают внимание пациентов от страданий во время перевязки ран

противостоят своим страхам, летая при этом на виртуальных самолетах или выступая перед огромной иллюзорной аудиторией. Компьютерная компания *Virtually Better* уже создала программы для лечения самых разнообразных тревожных расстройств: страха высоты, воздушных перелетов и публичных выступлений.

С другой стороны, для того чтобы выяснить, действительно ли виртуальная реальность помогает при лечении ПТСР, требуются дополнительные исследования. Однако ряд ведущих специалистов в этой области мало-помалу начинают осознавать преимущества нового метода. Серьезные клинические испытания необходимы и для оценки эффективности виртуальной анальгезии при лечении ожогов. Наше исследование показало, что программа «Мир снега» совершенно безвредна и не оказывает никаких побочных действий. А поскольку она обычно дополняет традиционное лечение ожоговых больных опиоидами, виртуальная реальность может впоследствии помочь им преодолеть наркотическую

зависимость и более стойко переносить болезненную обработку ран и физиотерапевтические процедуры, ускоряющие выздоровление. Высококачественные системы обезболивающей виртуальной реальности стоят пока очень дорого, но мы надеемся, что прорыв в области дисплейных технологий приведет в ближайшие годы к их существенному удешевлению. А пациенты, подвергающиеся менее болезненным операциям (например, стоматологическим), могут использовать более дешевые системы.

Иллюзии, создаваемые терапевтическими программами виртуальной реальности, своей причудливостью не идут ни в какое сравнение с фантастическим миром фильма «Матрица». Но и в наши дни они достигли достаточно высокого уровня развития, чтобы помогать людям превозмочь боль, страхи и негативные воспоминания. Не исключено, что в будущем эти программы найдут применение и в других областях медицины. ■

(В мире науки, № 11, 2004)

# ЧТЕНИЕ МЫСЛЕЙ

Филип Росс

Возможно, в недалеком будущем машины смогут сканировать мозг и улавливать простейшие мысли, отделяя факты от вымысла

Представьте себе мир, в котором правда была бы всем очевидна, а суды, полиция, дверные замки и газетные сплетни исчезли бы навсегда. Человеческое общество стало бы строго упорядоченным, скучным и столь же чуждым нам, как муравейник.

Таковы радужные и одновременно удручающие перспективы создания аппаратов, читающих мысли. Старый добрый детектор лжи, основанный на полиграфической регистрации, так и не оправдал надежд. Он считывает не мысли, а лишь косвенные физиологические показатели, в том числе кровяное давление и дыхание, по которым можно предположить, что человек говорит неправду. А в результате честный ответ можно ошибочно счесть ложным и, наоборот, ложь признать истиной. Суды до сих пор не принимают результаты тестирования на детекторе лжи в качестве доказательства. Национальный исследовательский совет США признал бесполезность этого «тупого инструмента» для выявления преступников, шпионов и террористов.

Греческий философ Диоген бродил «днем с огнем» в поисках честного человека. Но стоит ли светить лампой человеку в лицо, если можно заглянуть прямо в его мозг? Там можно не только отличить правду от лжи, но и заглянуть в душу, различить в смятенном подсознании подавленные страхи и желания и даже воочию наблюдать озарения и ошибки в голове студента, решающего математическую задачу.

Идея заглянуть прямо в мозг, чтобы отличить истину от обмана, родилась лет 20 назад, когда Питер Розенфельд (J. Peter Rosenfeld) из Северо-Западного университета, анализируя электроэнцефалограмму (ЭЭГ), т.е. изображение электрических сигналов, регистрируемых с поверхности головы, обнаружил интересное явление. В то время уже было известно, что в ответ на неожиданный сигнал (например, если человек слышит свое имя в ряду других слов) в мозгу возникает волна, называемая *P300*. Розенфельд обнаружил, что ложь вызывает такую же реакцию. В настоящее время он работает над картированием *P300* по

поверхности головы, что позволит достичь достаточного пространственного разрешения и повысить чувствительность теста.

В 1996 г. научный обозреватель, автор ряда пророческих высказываний Дэвид Джонс (David Jones), известный под псевдонимом Дедал, писал: «Современный магнитно-резонансный томограф может оказаться идеальным детектором лжи. Изречение правды активирует только один участок мозга, а ложь задействует сразу два: тот, что «ответственен» за ложь, и тот, где скрыта правда».

Пятью годами позже исследователи из Пенсильванского университета применили метод функционального ядерного магнитного резонанса (фЯМР) для изучения мозга испытуемых, которым предлагали ответить на ряд вопросов. Сначала они должны были лгать, а затем говорить только правду. Полученные при этом изображения мозга усредняли и сравнивали. Выяснилось, что одни области мозга активировались в обоих случаях, а другие участки были задействованы только при попытке солгать. Можно предположить, что правда является неким исходным состоянием, а обман представляет собой определенное действие, которое вы совершаете с правдой. Исследователи указывают на то, что некоторые области, активирующиеся только при ложных ответах (в частности, передняя поясная кора и верхняя лобная извилина), связаны с подавлением реакции, поскольку когда мозг решает выбрать один из двух противоречащих друг другу ответов, он должен подавить другой.

В соответствии с данной теорией «когнитивной нагрузки», когда актера Шона Коннери в ходе съемок фильма о Джеймсе Бонде спрашивают о его имени, его первое побуждение — ответить «Шон Коннери», и требуется некоторое усилие, чтобы подавить эту реакцию и произнести: «Бонд. Джеймс Бонд».

Подобные исследования ведет ряд других научных групп. Специалисты из Центра нейробиологии и поведения Колумбийского университета также изучают применение фЯМР для детекции лжи. Недавно они предоставили мне

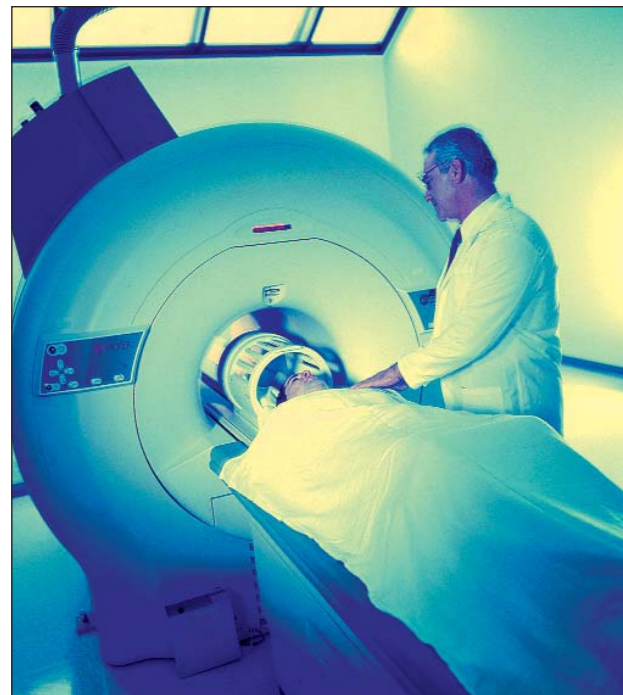


возможность испытать это на себе: меня связали, поместили в центр огромного, громко шумящего магнита и стали задавать вопросы о цвете моих глаз, месте жительства и других мелочах. В одной серии экспериментов я отвечал правдиво, а в другой давал ложные ответы, и усредненные показатели, полученные в обоих случаях, существенно различались.

Однако никто из специалистов еще не достиг возможности уличить обманщика в конкретной лжи. Рано говорить о применении данного метода на практике, поскольку сама концепция еще не проверена.

В принципе, томографическое картирование мозга предпочтительнее, чем детектор лжи. Во-первых, оно не вызывает состояния тревоги, в то время как работа детектора лжи основана именно на нем: прибор часто используется как для запугивания, так и для «измерения» страха. Во-вторых, сканирование мозга выявляет процесс, который гораздо больше связан с мышлением, нежели такие показатели, как частота пульса и дыхания, электрическая проводимость кожи и т.д.

Тем не менее даже фЯМР регистрирует не саму активность нейронов, а лишь содержание



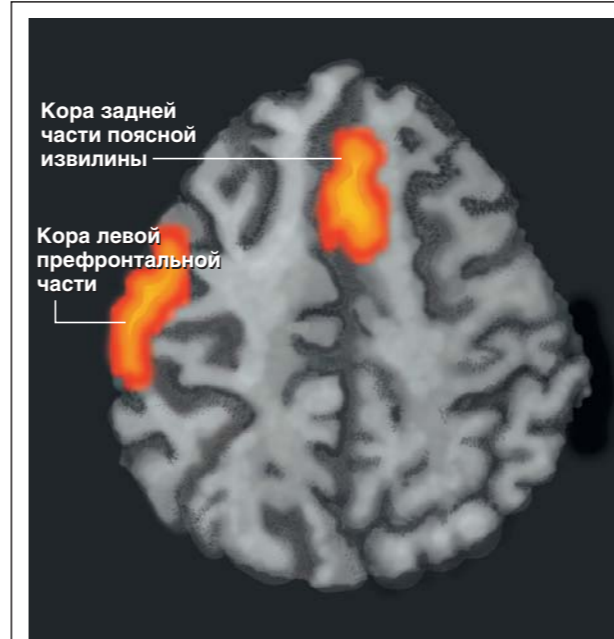
Сканирование мозга с помощью томографа выявляет процесс, который гораздо больше связан с мышлением, нежели такие показатели, как частота пульса и дыхания, электрическая проводимость кожи и т.д., регистрируемые детектором лжи

кислорода в кровотоке. Точнее, измеряет соотношение объемов крови, насыщенной кислородом и лишенной его. Аппарат может выявить метаболическую активность с хорошим разрешением — порядка четырех миллиметров, однако данный метод фиксирует процесс, длящийся порядка двух секунд. Но чтобы «поймать мысль», этого недостаточно — здесь необходима регистрация сигналов длительностью всего в миллисекунды, дающая моментальный снимок, скажем, распределения ионов кальция в нейронах. Однако чтобы обнаружить такой сигнал, потребуются более сильные магниты, чем аппарат Ленглебена, чья мощность составляет 4 Тесла. Но магнитов такой мощности, к тому же достаточно больших, чтобы в них поместился человек, не существует, кроме того, их применение никогда не будет разрешено из соображений безопасности. Исследователи утверждают, что эксперименты на людях с применением томографов мощностью в 20 Тесла проводиться не будут, поскольку такой прибор может оказывать стимулирующее воздействие на вестибулярную систему, вызывая головокружение, или провоцировать нагревание мозга, что повлияет на результаты исследования.

Другой подход, позволяющий получить хорошее разрешение как в пространстве, так и во времени, — регистрация и сопоставление результатов исследований, полученных одновременно с помощью фЯМР и ЭЭГ. Если бы ученые добились этого, то смогли бы отказаться от фЯМР и использовать только сигнал ЭЭГ, что в 10 раз дешевле.

Хотя современный томограф еще не может уличить лжесвидетеля или неверного супруга, его возможностей вполне достаточно, чтобы разгадать некоторые простые мысли. Техника биологической обратной связи уже позволила научить обезьян посылать через Интернет нервные импульсы и управлять рукой робота — для этого им в область мозга имплантировали электроды, контролирующие движение. Нейробиологи из Тюбингенского университета в Германии сообщили об успешном использовании методов биологической обратной связи, которые дают возможность парализованным больным выводить предложения на экран компьютера путем изменения своих мозговых волн.

Но искусство чтения мыслей должно пойти дальше — необходимо улавливать слово или представление непосредственно в том виде, как они возникают в мозгу. Марсель Джаст (Marcel A. Just) из Университета Карнеги-Меллона утверждает, что добился этого с помощью фЯМР,



На графическом изображении среза мозга цветом выделены два участка, активность которых повышается, когда человек отрицает, что на руках у него «пять треф».



введя в работу небольшое число очень простых понятий, — названий плотницких инструментов, например, или различных типов построек. «Мы выбрали 12 категорий понятий и можем с точностью до 80–90% определить, о какой из них испытуемый думает в настоящее время», — объясняет он. Еще лучше получается угадать, читает ли человек понятное предложение или двусмысленное, думает ли он о глаголе или о существительном.

Том Митчел (Tom Mitchell), коллега Джаста и специалист по компьютерам, изобрел способ классификации сложных томографических изображений мозга. Он анализирует их с помощью нейронных сетей — программы, способной автоматически обучаться считыванию образов. «Если уже возможно с некоторой степенью точности вычленять отдельные слова, то мы должны научиться и читать целые предложения», — говорит Митчел. Дело в том, что структура предложения ограничивает возможности нейронной сети. «Если вы знаете, что в предложении два слова, то одно должно быть глаголом, а другое — существительным».

В планах Митчела поставить эксперимент, который позволит обнаружить слова, создающие наиболее отчетливые паттерны активности мозга. Такие слова могли бы стать «строительными кирпичиками» нейронного интерфейса, подобно тому, как в ранних протоколах систем

распознавания голоса с ограниченным словарем предпочтение отдавалось хорошо различимым английским словам.

Если такая система распознавания понятий будет создана, ее можно объединить с программным обеспечением выявления лжи на основе фЯМР и спроектировать более совершенный прибор, который в перспективе позволит стражам порядка не только определить, что преступник (скажем, грабитель банка) лжет, но и узнать, где спрятано украденное.

И все же мозговой декодер не позволит осуществлять настоящую телепатию. Английское предложение, спроецированное в мозг человека, не владеющего этим языком, покажется ему тарбарщиной. Кроме того, каждый человек говорит сам с собой на особом, одному ему понятном языке, со своими условными обозначениями, сокращениями и эмоциональными ассоциациями.

Создание идеального детектора лжи грозит вторжением в тайники человеческой души. Возможно, такая опасность окажется столь мощной сдерживающей силой для потенциальных лжецов, что применение аппарата не потребуется. По мнению Дедала, детектор лжи, подобно атомной бомбе, лучше держать в качестве социального оружия на крайний случай. Если его начнут широко применять вне зала суда, общественная жизнь станет совершенно невозможной. ■

(В мире науки, № 12, 2003)



# ПСИХОЛОГИЯ: творчество, психологическое время, память, мышление, сознание, стресс

## III

Выживание человечества, а возможно,  
и всей планеты зависит от того, насколько  
хорошо будет понята психика человека.  
Если мы согласимся, что психика — это совокупность  
происходящих в мозге процессов, необходимость  
в эмпирических исследованиях становится очевидной



# ФРЕЙД ВОЗВРАЩАЕТСЯ

Марк Солмс

Нейробиологов, придерживающихся разных взглядов на работу головного мозга, примиряет психологическая теория Фрейда

**И**деи Зигмунда Фрейда доминировали в психологии всю первую половину XX века. В основу его теорий легло предположение, что большинство мотиваций человека скрыты в глубоких пластах подсознания. Более того, они активно изгоняются из нашего сознания некими силами вытеснения. Исполнительный орган психики (*Ego* — Я) отвергает любые подсознательные влечения (*Id* — Оно), которые могли бы толкнуть человека на поступки, несовместимые с нормами цивилизованной общественной жизни. Необходимость такого подавления (вытеснения) связана с тем, что подсознательные влечения нередко проявляются в виде вспышек необузданных страстей, детских фантазий или сексуальных и агрессивных побуждений.

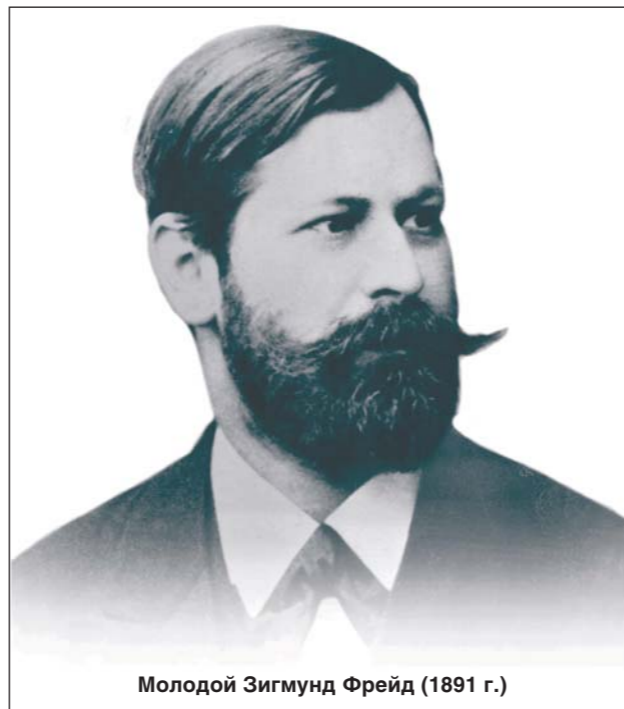


DUŠAN

Начиная с 1950-х гг., когда появились более совершенные методы исследования человеческой психики и мозга, стало очевидно, что доводы, которыми Фрейд подкреплял свои теории, в научном отношении довольно шатки. Главным методом его работы был не научный эксперимент в строго контролируемых условиях, а простое наблюдение за пациентами в психиатрических клиниках. Между тем для лечения таких больных все чаще стали применять лекарства, и биологический подход к изучению психических заболеваний мало-помалу начал вытеснять психоанализ. Будь Фрейд в то время жив, скорее всего он даже приветствовал бы такой поворот событий. Пользовавшийся при жизни репутацией выдающегося невролога, он не раз отмечал, что «описания человеческой психики стали бы более совершенными, если бы мы могли заменить психологические понятия физиологическими и химическими терминами». Но в распоряжении Фрейда не было тех научных подходов, благодаря которым сегодня мы знаем, как устроен мозг здоровых людей и невротиков.

В начале 1980-х гг. понятия *Ego* и *Id* считались безнадежно устаревшими даже в некоторых психоаналитических кругах. Фрейд стал историей. Согласно психологическим представлениям, пришедшим на смену фрейдистской теории, люди, испытывающие депрессию, чувствуют себя несчастными не потому, что в раннем детстве пережили некие травматические события, а потому, что в их головном мозге нарушилось равновесие между определенными химическими соединениями. Однако психофармакологи не предложили взамен психоанализу никакой всеобъемлющей теории личности, эмоций и мотиваций.

Сегодня ученые вновь пытаются создать общую теорию функционирования человеческой психики. Самое удивительное то, что она не слишком отличается от той, что была выстроена Фрейдом



Молодой Зигмунд Фрейд (1891 г.)

100 лет назад. Согласно нейробиологи достигнуто не скоро, но они все чаще приходят к мнению, высказанному Эриком Канделом, лауреатом Нобелевской премии по физиологии и медицине 2000 г.: «Психоанализ просто-напросто и по сей день остается наиболее связной и логически обоснованной концепцией функционирования нашей психики».

Фрейд возвращается — и не только в теории. Почти во всех крупных городах мира возникли междисциплинарные научные группы, объединившие исследователей, которые прежде представляли враждебные друг другу нейробиологию и психоанализ. Тесное взаимодействие таких коллективов привело к возникновению Международного нейropsихоаналитического общества, ежегодно проводящего конгрессы и издающего популярный журнал «Нейropsихоанализ» (*Neuro-Psychoanalysis*). В редакционный совет издания входят такие признанные авторитеты в области современной поведенческой нейробиологии, как Антонио Дамасио (Antonio R. Damasio), Эрик Кандел, Джозеф Леду (Joseph E. LeDoux), Бенджамин Либет (Benjamin Libet), Як Пенксеппо (Jaak Panksepp), Виляяну Рамачандран (Vilayanur S. Ramachandran), Дэниел Шектер (Daniel L. Schacter) и Вольф Зингер (Wolf Singer).

Совместными усилиями нейробиологи и психоаналитики закладывают фундамент теории, которая, по словам Кандела, станет «новым интеллектуальным каркасом психиатрии» и окажет на эту науку такое же влияние, какое оказала теория эволюции

**ОБЗОР: МОДЕЛИ ПСИХИКИ**

- Долгие годы в психологии и психиатрии господствовали концепции Фрейда о бессознательных влечениях, Я (*Ego*), Оно (*Id*) и т.д. Достижения нейробиологии и нейрофизиологии мало-помалу оттеснили эту модель на задний план. Нейробиологи стали объяснять психические процессы нейронной активностью мозга.
- Однако последние попытки связать воедино имеющиеся неврологические данные привели к возникновению химической концепции психики, которая подтверждает правильность теоретических представлений Фрейда. Все большее число ученых во всем мире мечтает объединить неврологию и психиатрию в рамках единой теории.

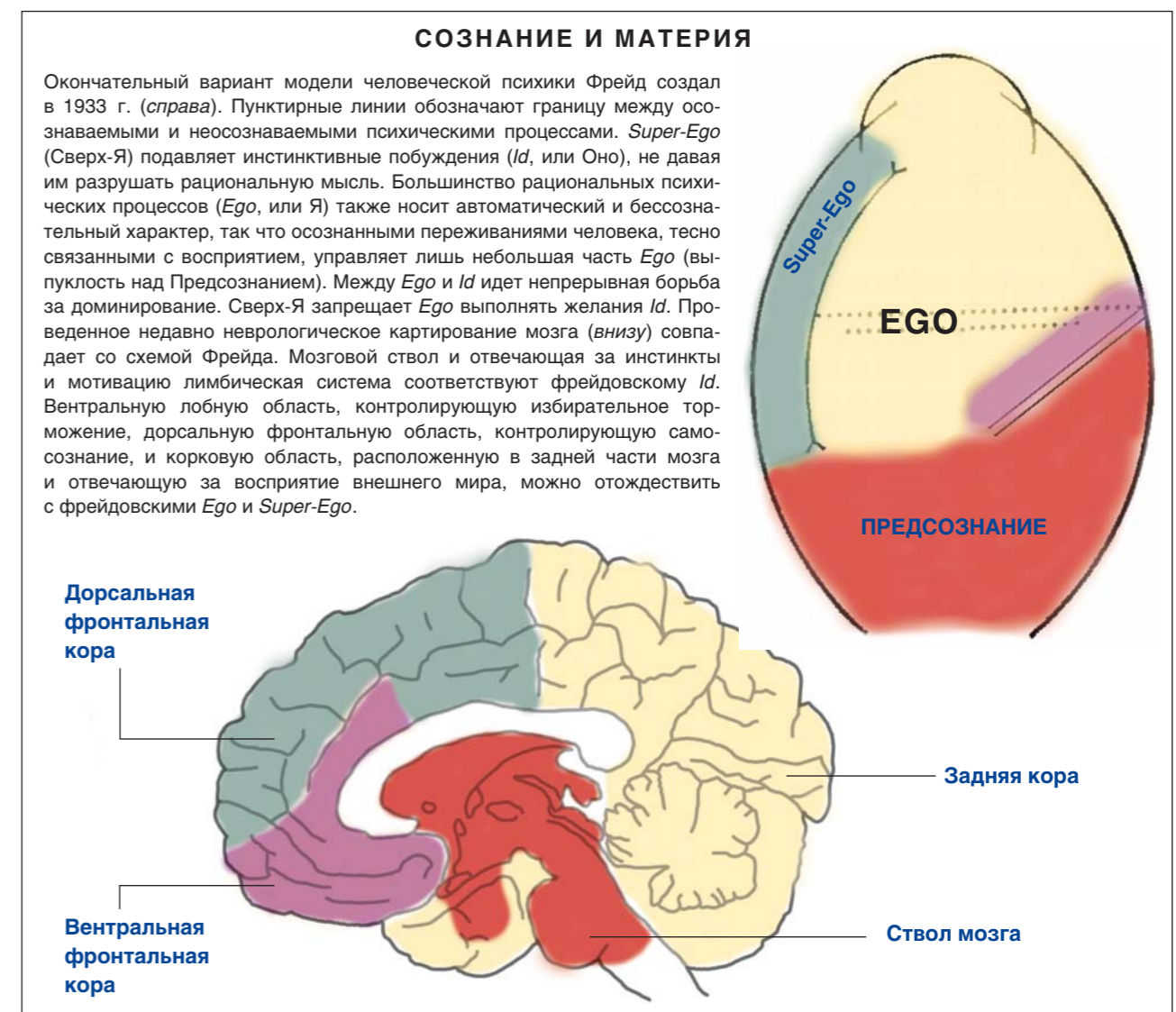
Дарвина на молекулярную генетику. В то же время нейробиологи обнаруживают все новые экспериментальные подтверждения фрейдовских идей и пристально изучают биохимические и физиологические механизмы описанных им психических процессов.

**Подсознательная мотивация**

Когда Фрейд сформулировал главное положение своей теории: психические процессы, определяющие наши повседневные мысли, чувства и намерения, возникают у нас неосознанно, — его современники в один голос заявили, что это невозможно. Однако последние исследования не только подтверждают существование неосознаваемых психических процессов, но и указывают на то, что они играют в человеческой психике решающую роль. Так, например, было показано, что поведение пациентов, неспособных вспомнить некоторые события

своей жизни, произошедшие после повреждения мозговых структур, ответственных за хранение памяти, в действительности находится под влиянием этих забытых событий. Специалисты в области когнитивной нейробиологии говорят о различных системах памяти, осуществляющих эксплицитную (осознаваемую) и имплицитную (неосознаваемую) переработку информации. Такие же формы памяти различал и Фрейд.

Кроме того, ученые идентифицировали системы неосознанной памяти, опосредующие эмоциональное обучение. В 1996 г. нейрофизиолог из Нью-Йоркского университета Джозеф Леду обнаружил существование корково-подкоркового нервного пути, соединяющего центр переработки сенсорной информации с примитивными структурами головного мозга, порождающими реакции страха. Поскольку этот путь проходит через гиппокамп



(отдел мозга, отвечающий за формирование осознанной памяти), текущие события, как правило, вызывают у нас бессознательные воспоминания об эмоционально важных моментах прошлого, порождая вполне осознаваемые, но кажущиеся нам абсолютно иррациональными ощущения (например, некоторых людей немного пугают бородатые мужчины).

Нейробиологи обнаружили, что основные структуры мозга, ответственные за формирование эксплицитной памяти, в течение двух первых лет жизни ребенка не функционируют. Этот факт прекрасно объясняет феномен, названный Фрейдом инфантильной амнезией. Как полагал ученый, мы не то чтобы забываем свои первые впечатления — мы просто не можем вспомнить их на уровне сознания. Однако это не означает, что следы таких событий не влияют на чувства и поведение взрослого человека. Едва ли найдется хоть один современный специалист в области нейробиологии развития, который не согласился бы с тем, что ранние впечатления (особенно связанные с общением между матерью и ребенком) влияют на формирование нервных связей в головном мозге, а следовательно, и накладывают неизгладимый



На мозговых сканах отчетливо различимы повреждения тканей, вызывающие нарушения психологических функций, которые Фрейд изучал лишь клинически. Проведенное недавно томографическое исследование пациента, сочинявшего невероятные истории о своей жизни, выявило повреждение поясной извилины (стрелка) — части медиальной фронтальной доли коры. Фрейд сказал бы, что эта структура не дает подсознательным желаниям изменять рациональное самосознание человека.

отпечаток на будущую личность и психическое здоровье человека. И тем не менее осознанно вспомнить какое-либо из ранних впечатлений мы не в состоянии. Ученым становится все очевиднее, что наша психическая активность в значительной мере мотивируется подсознательно.

### Вытеснение реабилитировано

Недавние исследования подтвердили и другое предположение Фрейда: мы активно вытесняем неприятную информацию в область подсознательного. Самая шумевшая работа была проведена на больных анагнозией специалистом по поведенческой неврологии из Калифорнийского университета в Сан-Диего Вилаянуром Рамачандром. Повреждение правой теменной области коры приводит к тому, что люди перестают осознавать присутствие им серьезные физические дефекты (например, паралич конечности). После того как Рамачандран искусственно активировал правое полушарие у одной из таких больных, она вдруг поняла, что ее левая рука парализована, а главное — осознала, что в таком состоянии рука пребывала восемь дней с момента инсульта. Таким образом, пациентка не только осмыслила свой дефект, но, оказывается, и бессознательно регистрировала его в памяти все восемь предшествующих дней.

Показательно, что, когда искусственная стимуляция мозга прекратилась, больная не только вернулась к убеждению, что с рукой у нее все в порядке, но даже забыла тот отрывок разговора с врачом, где признавала свой недостаток (все прочие подробности этой беседы в ее памяти сохранились). Такие факты заставляют предполагать, что память действительно подавляется избирательным образом. Наблюдения за этой больной убедили ученого в реальности феномена вытеснения, составляющего краеугольный камень классической теории психоанализа.

Аналогичный феномен был выявлен и у людей с интактным мозгом. Исследования показывают, что если явные эффекты вытеснения можно вызвать у обычных людей в безобидной лабораторной обстановке, то в травмирующих ситуациях реальной жизни они должны быть выражены в гораздо большей степени.

### Принцип удовольствия

Однако Фрейд пошел в своих рассуждениях еще дальше. Он не только утверждал, что наша психическая жизнь имеет подсознательную природу, но и что вытесненная часть подсознательной психики функционирует не по принципу реальности, управляющему сознательным *Ego*, а совсем

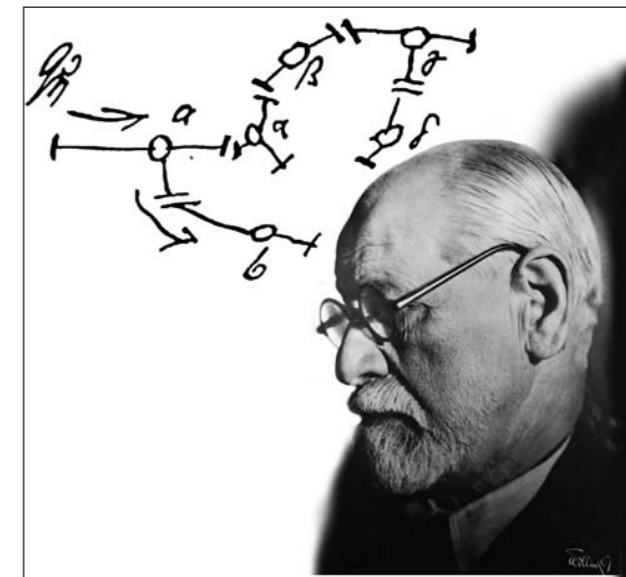
по другим законам. Эта форма подсознательного мышления всецело определяется желаниями, беспечно игнорируя и законы логики, и ход времени.

Если Фрейд прав, то повреждение тормозных структур головного мозга (место локализации «подавляющего» *Ego*) должно освобождать от пут иррациональные, руководствующиеся лишь желанием, формы психической активности. Именно это и наблюдается у больных с поврежденными участками фронтальной лимбической области мозга, контролирующей важнейшие характеристики самосознания. Для таких пациентов свойственно нарушение памяти, получившее название синдрома Корсакова: они не осознают, что страдают амнезией, а потому заполняют провалы в памяти выдуманными историями — конфабуляциями.

Недавно нейропсихолог из Даремского университета Айкатерини Фотопулу (Aikaterini Fotopoulou) в моем присутствии наблюдал одного из таких больных. Ни на одном из ежедневных 50-минутных сеансов, проводившихся 12 дней подряд, пациент не мог вспомнить, что видел меня когда-нибудь прежде и что недавно ему была сделана операция по удалению опухоли лобных долей, которая и стала причиной амнезии. Он пребывал в полной уверенности, что с ним все в порядке, а когда его спрашивали о шраме на голове, сочинял неправдоподобную историю об удалении зуба или операции на сердце. Пациент действительно перенес хирургические вмешательства, но это было много лет назад, и, в отличие от операции на мозге, завершились они успешно.

На вопрос «Кто я?» больной в разные дни отвечал, что я — его коллега, собутыльник, клиент, консультирующийся с ним по вопросам профессиональной экспертизы, член спортивной команды, за которую он играл в колледже, и, наконец, механик, ремонтирующий один из его многочисленных автомобилей (таковых у него не было вовсе). Этим выдумкам соответствовало и его поведение: то он обводил кабинет взглядом в поисках кружки с пивом, то смотрел в окно на воображаемую машину.

Поражает то, что содержание вымыслов определяется желаниями пациента. Айкатерини Фотопулу подтвердил это, проведя количественный анализ последовательной серии из 155 конфабуляций больного. Его выдумки носили далеко не случайный характер — их породил «принцип удовольствия», которому Фрейд отводил главную роль в управлении бессознательной психикой. Наш пациент попросту воссоздавал реальность в соответствии со своими желаниями. Аналогичные наблюдения были сделаны многими исследователями, которые, однако, не являются психоаналитиками,



В 1895 г. Фрейд, надеясь на то, что для объяснения психических процессов ученые будут пользоваться не психологическими, а биологическими понятиями, сделал этот набросок нервного механизма вытеснения (вверху). Неприятные воспоминания обычно активируются неким стимулом (*Qn*, дальний слева), направляющимся от нейрона к нейрону *b* (внизу). Но если другие нейроны (вверху справа) окажут подавляющее воздействие, нейрон «альфа» (справа от *a*) может блокировать проведение сигнала и, таким образом, предотвратить активацию. На рисунке Фрейд (снимок сделан в конце жизни ученого) изобразил нейроны разделенными узкими щелями. Два года спустя синапсы были обнаружены английским ученым Чарлзом Шеррингтоном.

а специализируются в области когнитивной нейробиологии. Тем не менее все они интерпретируют свои открытия в рамках теории Фрейда. Они утверждают, что приводящее к конфабуляциям повреждение фронтальной лимбической области мозга ухудшает механизмы когнитивного контроля, обеспечивающие нормальное восприятие реальности, и снимает блокаду с подсознательных влияний на восприятие, память и суждения.

### Зверь внутри

Фрейд полагал, что принцип удовольствия потворствует проявлению примитивных животных побуждений. Мысль, что поведением управляют потребности, направленные на достижение одной-единственной цели — плотской самореализации, его викторианские современники восприняли как кощунство. За последующие десятилетия общественное возмущение поутихло, а сами представления Фрейда о человеке как о животном подверглись изрядной переработке когнитивными психологами.



Сегодня они возвращаются к нам в первоначальном виде. Некоторые исследователи считают, что инстинктивные механизмы, управляющие человеческими мотивациями, в действительности оказались примитивнее, чем представлял Фрейд. Основные системы эмоционального контроля у человека, его родственников-приматов и других млекопитающих устроены одинаково. Те части нашего мозга, что ведают активностью глубинных пластов психики (фрейдовское *Id*), в химическом и функционально-анатомическом отношении мало чем отличаются от соответствующих отделов головного мозга домашних животных.

Однако современные нейробиологи не согласны с фрейдовским разделением человеческих инстинктов на сексуальные и агрессивные. Благодаря наблюдениям за больными с повреждениями различных отделов нервной системы, изучению действия разнообразных препаратов и искусственной стимуляции мозга они идентифицировали у млекопитающих четыре основные системы, ответственные за инстинктивное поведение животных. Это — поисковая система (или система вознаграждения); система гнева и ярости; система страха и тревоги и, наконец, система паники, контролирующая сложные инстинкты, управляемые социальными взаимоотношениями. Активность этих систем головного мозга регулируется нейротрансмиттерами — химическими веществами, опосредующими обмен сигналами между нервными клетками мозга.

Система вознаграждения, за активность которой отвечает дофамин, напоминает фрейдовское либидо. Согласно Фрейду, сексуальное влечение представляет собой систему, чья активность направлена на поиск удовольствия и которая инициирует значительную часть наших взаимодействий с окружающим миром. Как показывают исследования, нервный субстрат системы вознаграждения принимает самое непосредственное участие в развитии почти всех форм наркоманий и других форм патологических пристрастий. В этой связи интересно отметить, что ранние эксперименты Фрейда с кокаином (проведенные им на самом себе) бесповоротно убедили его в том, что система либидо должна иметь под собой определенную нейробиохимическую основу. В отличие от своих последователей, Фрейд не видел смысла противопоставлять психоанализ психофармакологии и с оптимизмом ожидал того дня, когда энергией *Id* можно будет непосредственно управлять с помощью химических веществ. Сегодня лучшим подходом к лечению психических заболеваний принято считать схемы, сочетающие психотерапию

с приемом психоактивных препаратов. Исследования, проведенные с помощью современных методов нейровизуализации, показывают, что воздействие на мозг «разговорной терапии» сравнимо с эффектами психопрепаратов.

### Сон и сновидения

Новое звучание приобретают сегодня и представления Фрейда о сне и сновидениях. Созданная им теория ночных видений как мимолетных проблесков подсознательных желаний подверглась сокрушительной критике в 1950-е гг., когда был открыт быстрый, или парадоксальный, сон и выявлена его тесная связь со сновидениями. А когда в 1970-е гг. ученые обнаружили, что цикл сна регулируется ацетилхолином — веществом, вырабатываемым лишенной какой-либо «психической деятельности» частью мозгового ствола, фрейдовская теория, казалось, рухнула окончательно. Было показано, что быстрый сон возникает автоматически, через каждые 90 минут, а контролируют процесс мозговые структуры и вещества, не имеющие никакого отношения к эмоциям и мотивации. Это открытие заставило ученых предположить, что сновидения лишены какого-либо смысла: это, дескать, всего лишь обрывочные истории, порождаемые высшими отделами головного мозга в ответ на хаотическую корковую активность, вызванную быстрым сном.

Однако позднее было установлено, что быстрый сон и сновидения — два совершенно различных феномена, регулируемых разными, хотя и взаимодействующими между собой механизмами. Оказалось, что сновидения генерируются сетью мозговых структур, сосредоточенных в той части переднего мозга, которая ведаёт инстинктами и мотивациями. Это открытие породило множество теорий сновидений, причем некоторые из них мало чем отличаются от представлений Фрейда. Пристальный интерес ученых вызвало наблюдение, сделанное сотрудниками нашей лаборатории: повреждение некоторых волокон в глубоких слоях лобной коры приводит к полному прекращению сновидений, сопровождающемуся общим ослаблением мотивированного поведения человека. Это повреждение было в точности таким же, что и в случае хирургической операции (префронтальной лейкотомии), к которой прежде прибегали нейрохирурги, чтобы избавить больных от галлюцинаций и бреда. В 1960-х гг. пациентам с этой целью назначали препараты, подавляющие активность дофамина в тех же самых системах мозга. Таким образом, вполне вероятно, что главным генератором сна служит система вознаграждения.

### Главная задача

Возвращение теорий Фрейда на авансцену современной психологии приветствуют далеко не все. Представителям старшего поколения психоаналитиков трудно смириться с тем, что молодые коллеги с легкостью подвергают священные догмы психоанализа проверке новейшими методами биологического анализа. Однако многие «старички» по обе стороны Атлантики относятся к этому вполне лояльно. Пример тому — маститые психоаналитики, входящие в редакционный совет журнала «Нейропсихоанализ», а также многочисленные члены Международного нейропсихоаналитического общества.

Понятно, почему возвращению психоаналитических идей противятся нейробиологи старшего поколения: слишком живы их воспоминания о, казалось бы, несокрушимой концепции фрейдизма, мозолившей им глаза в то время, когда они начинали свою научную деятельность. Вот почему они отказываются признать очевидный факт, что многие

представления Фрейда уже получили научное подтверждение (*врез внизу*). Но, как сказал Як Пенк-сеппо, «нейробиологи, действительно пекущиеся о примирении неврологии с психиатрией, видят свою задачу не в том, чтобы доказать правоту или неправоту Фрейда, а в том, чтобы это примирение наконец-то состоялось».

Если мы совместными усилиями воздвигнем «новый теоретический каркас» для психиатрии, пройдет то время, когда человеку с эмоциональными нарушениями придется выбирать между беседой с психоаналитиком (который может и не знать последних достижений медицины) и лекарствами, назначенными психофармакологом (который может не учесть всех обстоятельств жизни больного, вызвавших эмоциональный срыв). Психиатрия завтрашнего дня обещает своим пациентам помощь, основанную на всестороннем понимании как работы головного мозга, так и функционирования человеческой психики. ■

(В мире науки, № 8, 2004)

### ФРЕЙД ВОЗВРАЩАЕТСЯ? КАК В ДУРНОМ СНЕ!

Аллан Хобсон

Представления Зигмунда Фрейда о природе сновидений составляют ядро его теории о функционировании человеческой психики. Фрейдисты заявляют, что данные, полученные при изучении травмированного головного мозга и в исследованиях интактного мозга методами нейровизуализации, якобы подтверждают правильность концепции Фрейда. Однако другие работы показывают, что основные постулаты фрейдовской теории, по-видимому, ошибочны.

Фрейд объяснял причудливую природу сновидений усердным стремлением сознания «скрыть» неприемлемые инстинктивные желания, вырывающиеся из подсознания, когда во время сна *Ego* (Я) ослабляет свой контроль над *Id* (Оно). Большинство же нейробиологических данных подтверждает противоположную точку зрения: причудливость наших сновидений — результат нормальных изменений состояния головного мозга во время сна. Они генерируются химическими механизмами мозгового ствола, уменьшающими или увеличивающими активацию различных областей коры. Качество наших сновидений, эмоций и мыслей определяется химическими сдвигами в головном мозге. А фрейдистские понятия «символическая маскировка» и «цензура» вообще давно пора сбросить со счетов: никто уже не верит, что химией мозга управляет пресловутая борьба между *Ego* и *Id* (если таковая вообще имеет место). В научной состоятельности теории «маскировки и цензуры» сомневается и большинство самих психоаналитиков.

А что же тогда вообще остается от фрейдовской теории сновидений? Совсем немного — точнее, одно

только предположение, что инстинктивные влечения способны формировать сновидения. Данные исследований действительно указывают на то, что активация некоторых отделов лимбической системы, ведающих тревогой, гневом, равно как и положительными эмоциями, влияет на формирование сновидений. Но эти воздействия — отнюдь не «желания». Как показывает анализ сновидений, сопровождающие их эмоции имеют негативный характер не менее часто, чем позитивный. А это могло бы означать, что половина всех «желаний», которые мы адресуем самим себе, имеет негативное содержание. Эмоции же в сновидениях никак не замаскированы. Они окрашивают сны, зачастую заставляя нас просыпаться от ночных кошмаров. Фрейд никогда не мог объяснить, почему же во время сна мы испытываем столько отрицательных эмоций.

По мнению многих фрейдистов, объяснять сновидения мозговым химизмом — все равно что утверждать, будто бы они лишены эмоционального содержания. Но эти констатации совсем не эквивалентны. Теория, связывающая возникновение сновидений с процессами химической активации и синтеза, всего-навсего показывает ошибочность психоаналитического объяснения причудливости сновидений их глубоким «скрытым смыслом». А что касается быстрого сна, то по последним данным, сновидения могут появляться не только во время этой фазы — просто частота их возникновения во время быстрого сна в несколько раз выше, чем во время медленного. Все это нисколько не противоречит модели химической активации сновидений.



# СОЗНАНИЕ И МОЗГ

Алексей Иваницкий

Сознание человека — это его жизнь,  
состоящая из бесконечной смены впечатлений,  
мыслей и воспоминаний

**В**озникновение сознания — одна из величайших тайн природы, над разрешением которой не одно тысячелетие бьются физики и писатели, философы и священнослужители, медики и психологи. В последние годы накопление знаний о работе мозга происходит очень быстро. Поэтому наука вплотную подошла к решению загадки сознания. Каков же современный взгляд на соотношение сознания и процессов, происходящих в мозге?

Сознание человека — есть, по существу, его жизнь, состоящая из бесконечной смены впечатлений, мыслей и воспоминаний. Загадка нашего мозга многопланова и затрагивает интересы многих наук, исследующих тайны бытия. Один из главных вопросов — как сознание связано с мозгом. Данная проблема находится на стыке естественно-научного и гуманитарного знания, поскольку сознание возникает на основе происходящих в мозге процессов, но его содержание в значительной мере определяется социальным опытом. Решение этой головоломки могло бы перекинуть мост между двумя основными видами научного познания и способствовать созданию единой картины мироздания, органично включающей человека с его духовным миром. Вероятно, такова высшая цель науки, достижение которой необходимо для удовлетворения присущего человеку стремления к всеобъемлющему знанию. Но велико и практическое значение данной проблемы для медицины, образования, организации труда и отдыха.

Интерес к взаимосвязям сознания и мозга возник давно. Для русской физиологии начиная со времен И.М. Сеченова и И.П. Павлова он в известной мере традиционен. Однако долгое время решение столь сложной проблемы считалось делом отдаленного будущего. Понимание того, что исследование проблемы сознания — насущная задача сегодняшнего дня, пришло к физиологам сравнительно недавно: быстрый прогресс науки о мозге вывел эту тему на первые страницы журналов по нейронаукам. Возникла даже,

по образному выражению английского ученого Джона Тейлора, «гонка за сознанием». Прорыв в данной области был во многом связан с появлением методов «изображения живого мозга», таких как позитронно-эмиссионная томография, функциональный магнитный резонанс и многоканальная запись электрических и магнитных полей мозга. Новейшие приборы позволили увидеть на экране дисплея, какие зоны активизируются при выполнении различных задач, требующих умственного напряжения, а также с большой точностью определять локализацию поражения при заболеваниях нервной системы. Исследователи обрели возможность получать соответствующие изображения в виде красочных карт мозга.

С философской точки зрения можно задаться вопросом, насколько правомерно вообще пытаться объяснить движением нервных импульсов то, что мы воспринимаем как цвет или звук. Ощущение — сугубо личное чувство, «внутренний театр» каждого из нас, и задача науки о мозге — понять, какие нервные процессы приводят к возникновению субъективного образа. В то же время загадка человеческой психики по своей методологической сложности не уникальна и стоит в ряду других тайн природы. По существу, возникновение нового качества происходит на каждом этапе принципиального усложнения природных процессов. Примером качественного перехода, сопоставимого по сложности с возникновением сознания, американские ученые Ф. Крик и К. Кох считают зарождение жизни в результате действия цепочек ДНК и ферментных белков. Присущие живым объектам свойства не вытекают непосредственно из физико-химических свойств каждой из этих молекул. Такой пример кажется особенно убедительным в устах Ф. Крика, одного из первооткрывателей генетического кода.

Опыт научного познания показывает, что сложное явление, как правило, не возникает из ничего, а развивается в процессе эволюции из более простых форм. То же в полной мере относится и к субъективным переживаниям. Они

проходят путь от элементарных проявлений, таких как ощущения и эмоции, к сознанию высшего порядка, связанному с абстрактным мышлением и речью. Если исходить из подобных соображений, существует несколько подходов к изучению сознания, которые, однако, не исключают, а взаимно дополняют друг друга, объясняя феномены разной степени сложности. При этом некоторые базисные принципы организации нервных процессов, обнаруженные на ранних этапах эволюции психики, постепенно приобретают более сложные формы для обеспечения их высших проявлений.

### Возврат возбуждения и механизм ощущений

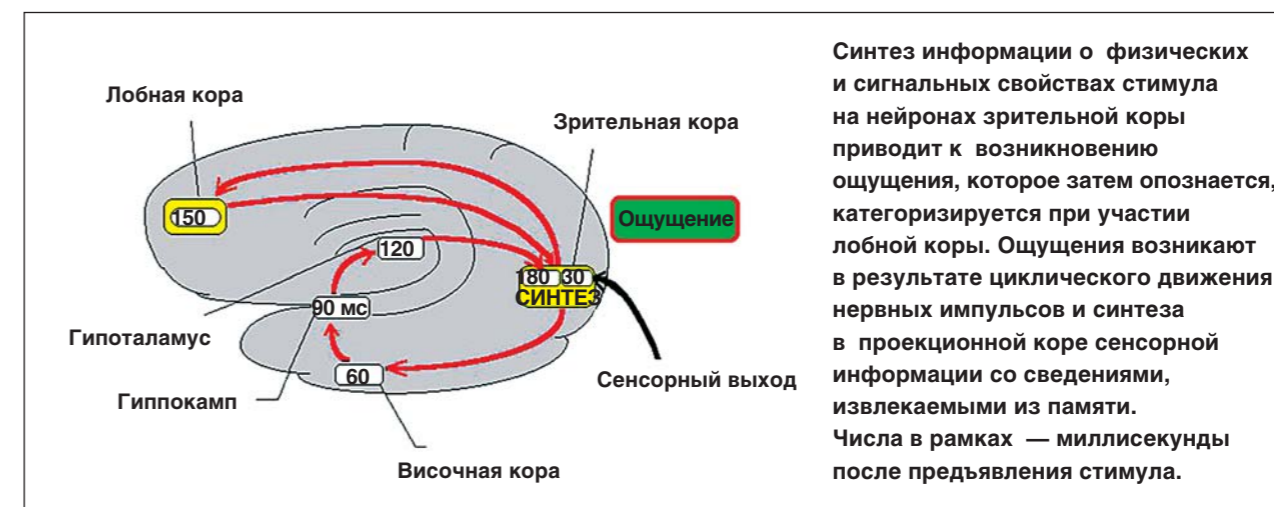
Первый подход к пониманию принципов природы психики основан на идее, что субъективный опыт возникает в результате определенной организации происходящих в мозге процессов и сопоставления в зонах коры новой информации с той, которая извлечена из памяти. Сведения о внешних событиях как бы проецируются на индивидуальный опыт субъекта. Это возникает в результате кольцевого движения возбуждения, которое после дополнительной обработки в других структурах мозга возвращается к местам первоначальных проекций. Впервые такая гипотеза была выдвинута нами в 1970-х гг. в результате исследований мозговых механизмов ощущений. В настоящее время ее разделяют многие специалисты.

Как уже сказано, гипотеза была основана на наших исследованиях механизма ощущений. Мы изучали вызванные потенциалы (ВП) мозга, то есть его электрическую реакцию на вновь поступивший сигнал. ВП представляет собой сложное по форме колебание, состоящее из ряда последовательных компонентов, и необходимо было понять, какие информационные процессы мозга они отражают. Анализ данных привел к выводу, что ранние волны ВП связаны с поступлением импульсов в кору по сенсорным путям от органов чувств. Они отражают физические параметры стимула. Поздние волны, вызванные передачей возбуждения от мотивационных центров, характеризуют значимость сигнала. Далее возник вопрос, как данные информационные процессы соотносятся с субъективным опытом. Я обратился к директору Института психологии РАН — в те годы этот пост занимал член-корреспондент АН СССР Б.Ф. Ломов. Его ответ был неожиданным и интересным. Он сказал, что в психологии есть теория, близкая по своим положениям к нашим

взглядам. Речь шла о теории обнаружения сигнала, рассматривающей восприятие как результат взаимодействия сенсорного и мотивационного факторов, которые называются, соответственно, показателем сенсорной чувствительности и критерием решения. Интересно, что данный подход позаимствован психологией из техники, в частности, из принципа устройства радаров, состоящих из чувствительного приемника и системы опознавания сигнала.

В ходе дальнейших исследований предстояло сопоставить в одном эксперименте две концепции: физиологическую и психологическую. Трудность заключалась в том, что теория обнаружения работает в области слабых сигналов, близких к порогу, т.к. вычисление соответствующих индексов восприятия основано на соотношении правильных и ошибочных реакций. В то же время запись ВП с его ранними волнами требует достаточно интенсивных раздражителей. Было принято решение использовать не абсолютный, а дифференциальный порог. Участник эксперимента должен был различить интенсивность двух близких по силе раздражителей (в одной серии — зрительных, в другой — кожных), при этом записывались ВП мозга на предъявляемые стимулы. Для получения количественных параметров ощущений были использованы методы теории обнаружения сигнала с вычислением двух упомянутых показателей. Затем была получена корреляция между физиологическими и психологическими показателями, причем результаты, в принципе, оказались сходными. Как и ожидалось, было установлено соответствие ранних волн ВП с сенсорным фактором психофизики, а поздних — с критерием решения. Несколько неожиданной и поэтому наиболее интересной оказалась взаимосвязь промежуточных волн ВП проекционной коры (куда поступают импульсы от органов чувств) с обоими индексами восприятия, то есть и с показателем сенсорной чувствительности, и с критерием решения. Такая двойная корреляция отражает синтез информации о физических и сигнальных свойствах стимула на нейронах проекционной коры. Эти волны возникали в ВП через 150–180 мс после стимула.

Принципиально важно, что это время достаточно точно совпало со скоростью возникновения ощущений, полученных ранее в ходе психофизических экспериментов. Еще в 20–30-е гг. прошлого века было установлено, что ощущения появляются только через 100–150 мс после предъявления стимула. При этом использовались

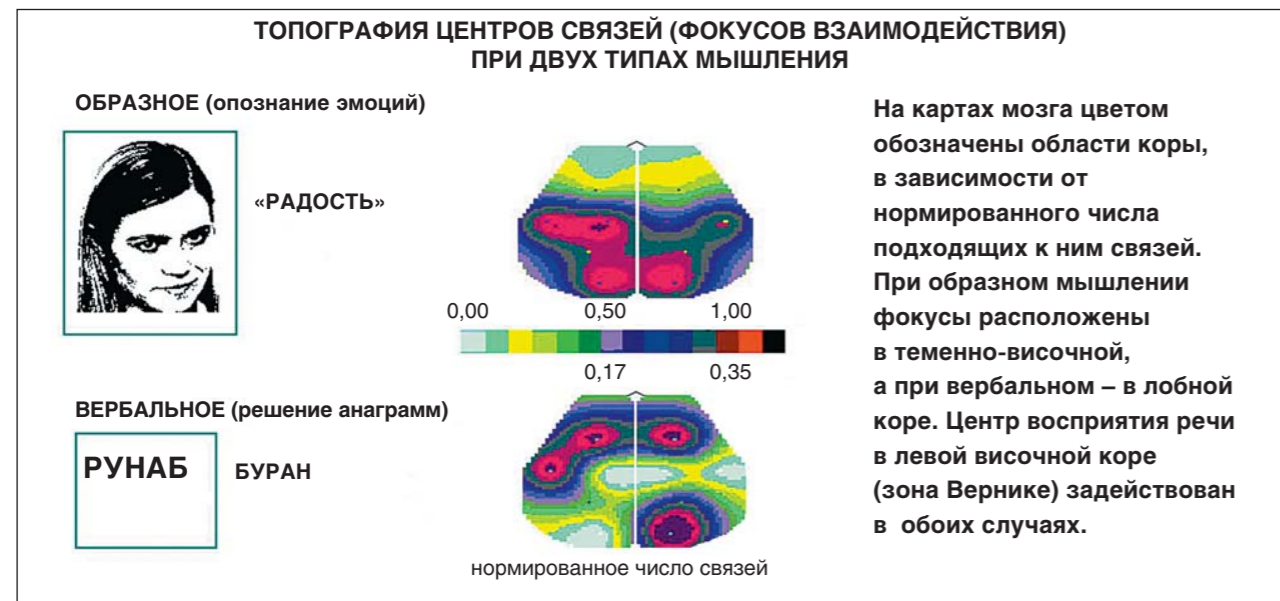


методы, основанные, главным образом, на принципе «обратной маскировки». Суть его такова: если после одного слабого стимула через короткий интервал следует второй, более сильный, первый не воспринимается. Постепенно увеличивая промежуток времени между обоими сигналами, можно вычислить момент, когда маскирующее действие исчезает, т.к. успевает сформироваться ощущение первого раздражителя. Было установлено, что ощущение появляется примерно через 150 мс после воздействия стимула. Наиболее достоверные данные были получены, когда в качестве маскирующего сигнала была использована прямая стимуляция коры коротким магнитным импульсом, который прикладывался к коже головы непосредственно над соответствующей областью коры мозга. Полученные результаты практически совпали с приведенными выше. Важно, что магнитный импульс вызывал маскирующее действие только в том случае, если он воздействовал на затылочную кору, проекционную для зрительных стимулов, т.е. только там, где наблюдалась описанная выше двойная корреляция волн ВП с показателями восприятия. Интервал в 150 мс называется «психологическим рефрактерным периодом», и психическое переживание не может быть короче его. Интересно сравнить приведенные показатели с данными физиологии о продолжительности обработки информации на одиночный стимул в зрительной коре, которая составляет около 200 мс.

На основе данных о физиологическом механизме волн вызванного потенциала и их связи с отделами мозга нами был описан процесс, обеспечивающий синтез информации (*врез вверху*). Он включает кольцевое движение воз-

буждения по отделам мозга. Из проекционной коры, получающей сигналы от органов чувств, возбуждение поступает в ассоциативную кору (нижневисочную для зрительных стимулов), где сведения сравниваются с эталоном и опознаются. Затем возбуждение переходит на энторинальную кору, находящуюся на внутренней поверхности височной доли полушарий и имеющую отношение к памяти. Там определяется значимость сигнала, его отношение к той или иной потребности организма. Потом импульсы возбуждения перемещаются в мотивационные центры промежуточного мозга, откуда вновь возвращаются по системе диффузных проекций в кору, в том числе и в зоны первичной проекции. Через 100 мс также возникают связи между проекционной и лобной корой. Такой цикл, продолжительность которого составляет около 150 мс, получил название «круг ощущений». Суть его в том, что он обеспечивает сравнение сенсорного сигнала со сведениями, извлеченными из памяти, включая данные о значимости полученной информации, что предположительно и лежит в основе перехода физиологического процесса на уровень психического, субъективного переживания. В результате возникшее ощущение не только точно передает физические характеристики стимула, но и становится эмоционально окрашенным. Вышеприведенная концепция получила название гипотезы информационного синтеза.

В последующие годы ее подтвердили результаты многих исследований, в том числе данные о топографии отделов мозга, входящих в «круг ощущений», и использование самой идеи возврата возбуждения для объяснения механизмов сознания. Среди наиболее значимых можно назвать работы нобелевского лауреата Дж. Эдельмана, который



использовал термин «повторный вход» (*re-entering*), обозначающий не обратную связь, под которой обычно понимают сигнал коррекции, а поступление дополнительной информации, полученной в результате опроса структур мозга, связанных с функцией памяти и мотивацией.

Помимо информационного синтеза возврат возбуждения по диффузным проекциям обеспечивает и интеграцию отдельных признаков стимула в единый образ. Исследования последних лет показали, что при этом важную роль играет ритм электроэнцефалограммы (ЭЭГ) с частотой около 40 Гц. Именно синхронизация биопотенциалов мозга на определенном ритме создает условия для объединения нейросетей в единую систему, что необходимо для поддержания сознания.

Ощущение относится к достаточно простым психическим явлениям, которые некоторые ученые относят к так называемому первичному сознанию, куда можно отнести и эмоции, в исследование которых выдающийся вклад внес П.В. Симонов. Он впервые предложил формулу, согласно которой сила эмоции Э пропорциональна потребности П, умноженной на разность между сведениями, имеющимися у индивидуума, и теми, что необходимы ему для удовлетворения данной потребности:

$$Э = П (\text{Инф. налич.} - \text{Инф. необх.})$$

Из этой формулы следует, что эмоции, так же как и ощущения, возникают в результате сравнения двух информационных потоков. Здесь действует некоторая универсальная закономерность.

Интерес представляет вопрос, как в ходе эволюции могла возникнуть система возврата возбуждения и сравнения двух информационных потоков. В соответствии с концепцией Н. Хамфри психическое появилось в результате действия ответвлений отходящих от коры двигательных волокон к направляющимся к коре чувствительным путям, что сделало возможным направленную регуляцию поступающей к коре информации. В более простых системах такой процесс мог происходить на периферии, однако постепенно развились внутрикоровые способы фильтрации исполнительными центрами наиболее значимой для определения поведения информации, которые могли действовать и в отсутствие моторных команд. Н. Хамфри назвал такой механизм «чувственной петлей» (*sentient loop*), что даже терминологически близко к нашему «кругу ощущений».

Говоря о механизмах ощущений, уместно вспомнить слова, сказанные некогда И. Гете: «Если бы я не носил в себе весь мир, я был бы слепцом со здоровыми глазами».

### Сознание и речь. Мышление. Лобная кора

Более сложные психические явления, в первую очередь связанные с появлением речи, относят к сознанию высшего порядка. По мнению П.В. Симонова, оно возникло в результате общения между людьми. Данный процесс также связан со специализацией полушарий. Интересное мнение высказал М. Корбаллис: он считает, что речь развилась из необходимости в передаче достаточно сложной информации, причем сначала

на уровне обмена жестами. Лишь потом, когда передние конечности оказались заняты орудиями труда, движения рук стали соединяться с голосовыми сигналами, которые постепенно превратились в главное средство общения. Поскольку голосовые центры у многих животных расположены слева, корковые центры речи возникли также в левом полушарии. Одновременно изменились и функции зоны Брока — двигательного центра речи, находящегося у человека в левой лобной области. Аналогичные корковые зоны у обезьян имеются в обоих полушариях, но их функция несколько иная: там находятся «зеркальные нейроны», которые управляют действиями, повторяющими движения другой особи («обезьянничанием»). Любопытно, что и у маленьких детей речевые двигательные центры также двусторонни, и повреждение одного из них не приводит к потере речи, как это бывает у взрослых. Говоря о механизмах высших психических функций, особенно мышления, необходимо сказать и о работах Н. П. Бехтеревой и ее школы.

Последние годы прошлого века, объявленные «десятилетием мозга», ознаменовались быстрым накоплением знаний о принципах корковой организации психических функций. С помощью «изображений живого мозга» было установлено, что определенные поля коры отвечают за отдельные когнитивные, мыслительные операции. Однако высшие психические функции возникают в результате объединения специализированных полей за счет корковых связей.

В исследовании связей (центральной проблемы мозговой интеграции) особенно плодотворной оказалась идея, выдвинутая представителями российской нейрофизиологической школы: нервная связь образуется на основе согласования ритмов работы нейронных ансамблей, расположенных в разных отделах коры, что напоминает явление резонанса. При этом нервные импульсы от одной группы нейронов постоянно поступают к другой в повышенной фазе ее возбудимости, то есть возникает явление, до известной степени сходное с «зеленой волной» при движении транспорта. В результате исследований М.Н. Ливанова и В.С. Русинова было установлено, что показателем связи является синхронизация ритмов ЭЭГ, включая и отдельные составляющие ее спектра.

В наших работах по изучению мышления с применением нового метода картирования корковых связей впервые был описан рисунок связей, типичный для разных видов мышления.

Испытуемому на экране монитора предлагались задания на образное, пространственное и абстрактно-вербальное мышление, о готовом ответе он сообщал словесно или движением джойстика. При этом проводилась многоканальная запись ЭЭГ в период между постановкой задачи и ее решением.

В результате исследований было установлено, что симметричный в состоянии покоя рисунок связей при решении задачи изменяется: связи начинают сходить к определенным полям коры, которые были обозначены как фокусы взаимодействия. При этом их топография различается в зависимости от вида мыслительной деятельности. Так, при образном мышлении (допустим, следует определить, какие эмоции выражают лица на фотографиях) фокусы локализовались в теменно-височной коре. При абстрактно-вербальном мышлении (решении анаграмм или категоризации слов) они располагаются в лобной коре (рис. на с. 149). При пространственном мышлении, включающем элементы как образного, так и абстрактного мышления, связи сходились к теменной и лобной коре. Было установлено также, что информация поступает к фокусам из различных отделов коры, имеющих свою специализацию, по связям, которые поддерживаются на разных частотах. В синтезе важную роль играет определенная мотивационная составляющая, так же как и при возникновении ощущений.

В фокусе, нейронные группы которого соединены жесткими связями, происходит синтез поступающих сведений, вследствие чего, вероятно, и принимается решение. В этих работах идея информационного синтеза была распространена и на мышление, т.к. оказалось, что принципы организации нервных процессов при

### ПСИХИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ

Психическая функция возникает на основе синтеза трех видов информации: исходящей из внешней среды (сенсорной), извлекаемой из памяти и приходящей из центров мотивации. Первая определяет связь сознания с внешним миром, вторая связывает настоящее и прошлое, включая личный опыт субъекта, и обеспечивает континуум сознания. Третья посылка связывает реальную ситуацию с удовлетворением определенной потребности, что придает сознанию жизненный смысл и лежит в основе понимания, которого нет у компьютера.



ощущении и мышлении в известной степени сходны. Различие заключается в том, что в первом случае происходит сопоставление двух потоков информации, а во втором — нескольких. Кроме того, центры синтеза при мышлении находятся не в проекционной, как при возникновении ощущений, а в ассоциативной коре. Интересно, что при решении любых задач, даже не требующих словесного ответа, на последнем этапе мыслительного процесса фокусы возникают в левой височной области, где расположен центр восприятия речи (так называемая зона Вернике), что говорит о том, что вербализация — важный компонент человеческого мышления. Итак, психическое восприятие возникает на основе определенной организации нервных процессов, в ходе которых происходит возврат возбуждения к местам первоначальных проекций. При более сложных функциях в данном процессе участвуют отделы лобной коры.

Такой вывод нашел подтверждение и в наших исследованиях коркового механизма вербальных ассоциаций, проведенных совместно с лабораторией М. Познера в США. Испытуемый должен был подобрать глагол, ассоциирующийся с предложенным существительным (например, молоток — ударить). Поскольку такой поиск занимал менее одной секунды, нами был разработан метод, временное разрешение которого составляло 100 мс, т.е. было близко к длительности отдельных мыслительных операций. При поиске ассоциаций сначала возникала диффузная система связей, которая захватывала достаточно обширные области коры, затем образовывались более специализированные связи между левой и правой

лобной корой. Потом возникали мощные связи между лобной и левой височно-теменной корой. Височная кора, таким образом, активировалась дважды: в первые 100–150 мс после предъявления слова и затем в интервале 185–460 мс. Семантика, то есть значение слова, определяется главным образом в лобной, а не в височной коре. В то же время для определения смысла предложения — элементарной единицы вербального мышления — необходимо взаимодействие лобной коры с зоной, расположенной в левой височной коре Вернике, поражение которой приводит к нарушению понимания речи.

### Запоминание последовательности событий. Декларативная память и гиппокамп. Избирательное внимание

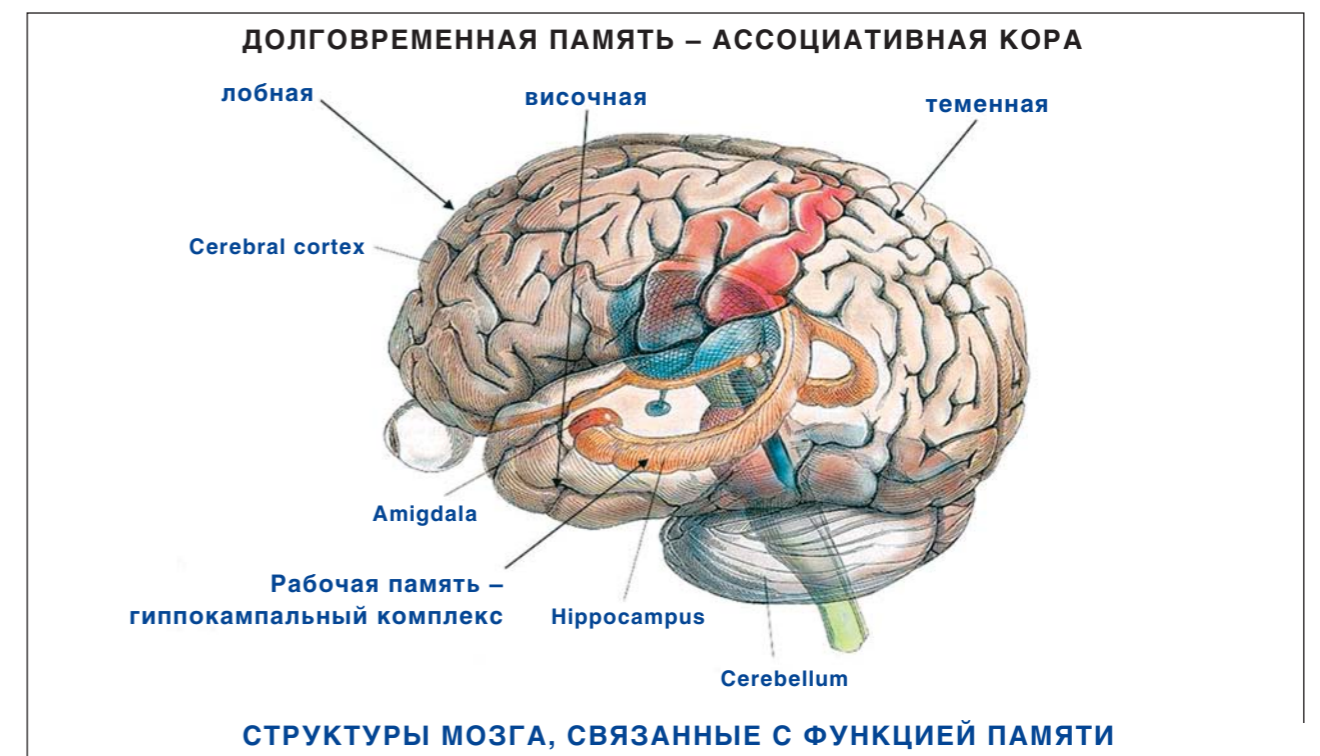
Важным свойством сознания представляется способность удерживать в голове последовательность происшедших событий и произвольно извлекать их из недр памяти. Французский философ Анри Бергсон (1859–1944) называл это свойство «памятью души», в отличие от «памяти тела», ответственной за двигательные и другие навыки. Современная терминология именуется им, соответственно, декларативной и процедурной памятью.

Последние десятилетия ознаменовались прорывом в исследовании мозговых механизмов видов памяти (рис. справа). Считается, что долговременная память связана с ассоциативной корой. В адресации памятных следов в определенные участки коры важную роль играют медиальные отделы височной области полушарий, включающие энторинальную кору и гиппокамп (он представляет

собой изогнутую полоску нейронов, напоминающую по форме морского конька, откуда и название). Вышеназванные образования имеют обширные связи как между собой, так и с проекционными (теми, куда приходят сигналы от органов чувств) и ассоциативными отделами коры. При запоминании они направляют сигнал в ассоциативную кору для длительного удержания в памяти, а при необходимости вспомнить, указывают адрес, где хранится связанная с поступившим сигналом информация. Приведем простой пример. Долговременная память похожа на книгохранилище в библиотеке, а гиппокампальный комплекс можно сравнить с каталогом, который показывает, где хранится нужная книга. Различие между двумя структурами гиппокампального комплекса заключается в том, что энторинальная кора участвует в сохранении сведений вне их связи с контекстом (процедурная, а для более сложных сигналов — семантическая память), а гиппокамп важен для декларативной памяти. Для пояснения различия между видами памяти можно привести такой пример. Предположим, что вы встречаете человека, лицо которого вам знакомо, но вы не можете понять, кто он, — это узнавание, или семантическая память. Если же вы помните, кто этот человек и при каких обстоятельствах вы познакомились, речь идет о воспоминании, о декларативной памяти. Оба вида памяти

имеют определенное электрофизиологическое выражение в рисунке ВП в виде позитивного сдвига его поздних «когнитивных» волн с латентностью около 400 мс для семантической и 500–700 мс для декларативной памяти, что было доказано, в частности, с помощью прямого отведения ВП от гиппокампальных структур через вживленные электроды. Повреждение гиппокампа приводит к нарушению декларативной памяти. Такие больные достаточно хорошо усваивают новые сведения, в том числе язык, приобретают сложные двигательные навыки, успешно учатся в школе и имеют высокий интеллектуальный коэффициент. В то же время они беспомощны в повседневной жизни, так как не помнят последовательности событий, не ориентируются во времени, не могут составить плана на будущее. Англоязычные авторы говорят при этом о нарушении двух свойств: *belongings* (принадлежности) и *appointments* (приурочения события ко времени). Интересно, что данное заболевание проявляется только с 5–6-летнего возраста, т.е. с того момента, когда здоровый человек начинает себя помнить.

В сохранении в памяти последовательности событий важную роль наряду с гиппокампом играет лобная кора. В ней можно выделить три группы нейронов: одни реагируют на действующий сигнал, другие сохраняют его след до того





момента, когда необходимо дать поведенческий ответ, и, наконец, третьи включают ответную реакцию. Нейроны разряжаются последовательно и как бы передают эстафету от одной группы к другой. Можно заключить, что «память души», та самая, которую писатель Д. Гранин сравнил с прочитанной книгой, которую можно листать, останавливаясь на нужной странице, обеспечивается взаимодействием лобной коры и гиппокампа.

Сознание тесно связано с вниманием: осознается только то, на что обращается внимание. Наши исследования показали, что память играет важную роль в механизмах избирательного восприятия словесных сигналов, когда человек должен реагировать лишь на определенные слова, выделяя их из массы других. Такая ситуация возникает, например, когда человек читает книгу при включенном радио. Сложность заключается в том, что слово всегда имеет определенную значимость, несет смысловую нагрузку. В нашей работе использовалась запись ВП мозга на слова, одновременно появлявшиеся на экране монитора и звучавшие через компьютерные колонки. Задача испытуемого состояла в том, чтобы запомнить как можно больше слов, поступавших по одному из каналов, игнорируя другие. В следующей серии экспериментов нужно было определить, означает слово абстрактное или конкретное понятие. Как уже говорилось, запоминание и извлечение из памяти вербальной информации имеет определенное электрофизиологическое выражение в «когнитивных» компонентах ВП с латентностью от 400 до 700 мс. Было установлено, что ВП на значимый раздражитель характеризовался позитивным сдвигом, в то время как в ответ

на игнорируемый сигнал имел место негативный сдвиг потенциала, то есть сдвиг, обратный по полярности тому, который возникает при запоминании, что свидетельствует об активном торможении процессов запоминания (*врез вверху*). Судя по всему, избирательность внимания обеспечивается за счет того, что хотя ненужная информация и воспринимается (так как сохранены компоненты ВП, ответственные за данный процесс; человек также может узнать это слово, если ему показать список слов, которые он должен был проигнорировать), но затем передача сведений на структуры гиппокампа блокируется. Преимущество такой организации вербального внимания в том, что человек может отреагировать на неожиданный сигнал, если потребует изменившаяся ситуация (в нашем примере — важное сообщение по радио). В обычных же условиях лишняя информация просто не сохраняется в сознании.

Таким образом, мысль о важной роли памяти в возникновении субъективного опыта получает в исследованиях внимания дополнительное подтверждение. Полученные результаты дают основание с новых позиций подойти к пониманию природы некоторых детских и старческих болезней. К первым относится синдром двигательной гиперактивности и дефицита внимания у детей школьного возраста, ко вторым — нарушения памяти при болезни Альцгеймера и церебральном атеросклерозе. Можно предположить, что в последнем случае, особенно на ранних этапах болезни, ослаблена не только память, но и способность сосредоточивать внимание на нужной информации. В таком случае для борьбы с заболеванием может быть рекомендован новый

класс лекарственных средств. Дело в том, что отделы мозга, регулирующие внимание, и структуры, ответственные за память, используют различные медиаторы. В первом случае это дофамин, во втором — ацетилхолин и глутамат. Имеющиеся клинические наблюдения указывают на перспективность данного подхода.

Подведем итог представлениям о наиболее вероятных механизмах сознания. Фундаментальным принципом является возврат возбуждения к местам первоначальных проекций, что обеспечивает информационный синтез; в формировании абстрактных представлений и речи большую роль играет лобная кора; медио-базальные отделы височной области полушарий важны для поддержания декларативной памяти и обеспечения процессов избирательного внимания. Сопоставление вновь поступившей информации с прошлыми переживаниями определяет содержание сознания как постоянную корректировку личного опыта и того, что можно назвать чувством внутреннего «я». В основе сознания лежит идея обновления, придающего жизни ее высший смысл и определяющего постоянное стремление человека к новизне.

### Сознание и искусственный интеллект

В заключение несколько слов еще об одной проблеме, которая в последнее время привлекает все больше внимания, — сравнения живого мозга с искусственным интеллектом. Остановимся на том аспекте проблемы, который в наибольшей степени связан с сознанием. По мнению известного английского математика и физика Р. Пенроуза, сознание не может быть сведено к вычислениям, т.к. живой мозг отличается от компьютера тем, что обладает способностью к пониманию. На вопрос, что такое понимание и каковы его мозговые механизмы, ответ должен дать физиолог. Представляется, что понимание возникает в результате того, что, как уже говорилось, вновь поступившая информация все время сравнивается в мозге с накопленным опытом, с тем, что хранится в памяти в результате обучения. Важно, что в информационном синтезе весьма существенную роль играет мотивационная составляющая. Благодаря этому внешний стимул соотносится с прошлыми действиями субъекта и удовлетворением определенной потребности. Понимание, таким образом, имеет глубокий жизненный, приспособительный смысл. Оно свойственно не только человеку, но и животным. Животное может научиться производить определенные действия, чтобы удовлетворить ту или

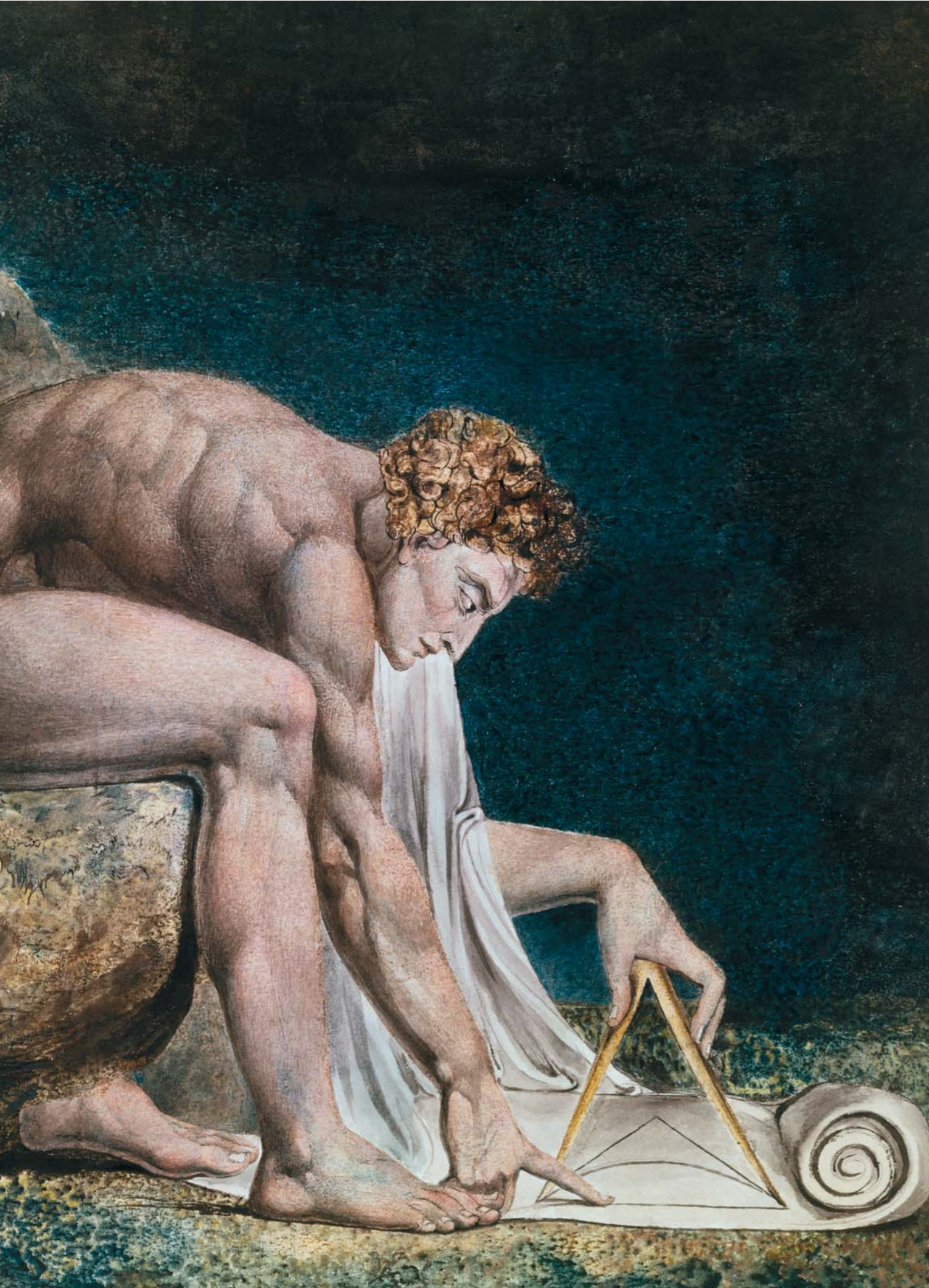
иную потребность, то есть начинает понимать связь внешних событий, своего поведения и достижения желаемого результата. На этом же основана и дрессировка: чтобы научить собаку выполнять, то есть понимать, определенные команды, дрессировщик использует подкрепление в виде пищи или наказания. По существу все это изначально относится и к человеку начиная с раннего детства. Так, приобретая жизненный опыт, ребенок начинает понимать, «что такое хорошо и что такое плохо». Хороший ученик получает высокие оценки, хороший работник имеет более высокую зарплату, а нерадивого работника штрафуют, герой получает награду, а преступника сажают в тюрьму, чтобы он понял, что нельзя нарушать закон. Практически все поведение основано на тех же принципах.

Для обоснования своих взглядов Р. Пенроуз использует теорему Геделя о том, что нельзя доказать вычислением правильность основных действий арифметики, например, что  $1+1=2$ . Но живое существо в этом убеждается, когда получает два банана, двух врагов или двух жен, добавляя в результате тех или иных действий к первому объекту (или субъекту) второй. Таким образом, понимание сущности удвоения (или сложения вообще) возникает в эволюции раньше, чем умение считать. Описан, например, случай, когда коренной житель севера не знал, сколько у него оленей, но легко мог описать каждого по признакам. Ребенок также может перебрать в памяти всех окружающих его людей или свои игрушки, хотя еще не знает счета. Может быть, это покажется парадоксальным, но понимание как в эволюции, так и в процессе индивидуального развития предшествует вычислению. Дело в том, что вычисление основано на абстракции, а это функция более совершенного мозга. Приспособительный эффект достигается, когда эти сложные функции, такие как способность к абстракции, сочетаются с более простыми.

Сознание человека — результат долгой эволюции. По мере совершенствования высших функций мозга становилось более полным и понимание, основанное на фундаментальных принципах его работы.

Сказанное выше, конечно, это далеко не полная картина. Мы еще многое не знаем о работе мозга и особенно о том, что лежит в основе его высших функций и человеческого сознания. Тем не менее прогресс в этой области в последние годы достаточно очевиден, и наука о мозге постепенно приближается к раскрытию этой тайны природы. ■

(В мире науки, № 11, 2005)



# УСПЕХИ КОГНИТИВНЫХ НАУК

Борис Величковский

Технологии, внимательные к вниманию человека

**К**ак восприятие и зрительная память влияют на взаимодействие человека и современных технических устройств? Как люди, опираясь на ограниченные ресурсы своего внимания, воспринимают и познают бесконечно сложный и постоянно меняющийся окружающий мир?

## Зрительная память, узнавание и интерфейс

Компьютерная революция последних 15 лет, сделавшая возможным массовое использование информационных технологий, была обусловлена открытиями в области когнитивной психологии конца 70-х — начала 80-х гг. XX в. Тогда в ходе лабораторных исследований зрительной памяти человека было экспериментально установлено, что, в отличие от памяти на последовательности слов и цепочки абстрактных символов, зрительная память практически ничем не ограничена. Наглядным примером стал один из первых экспериментов, проведенный в 1977 г. на факультете психологии МГУ. Испытуемым, которые сразу после предъявления им последовательности из 7–8 цифр с трудом могли ее воспроизвести, демонстрировали несколько тысяч цветных видовых слайдов, а неделю или месяц спустя они успешно узнавали свыше 90% изображений.

Феноменально точное узнавание изображений легло в основу совершенно новых принципов взаимодействия человека и технических устройств. Сегодня трудно поверить, что лет 25 назад вычислительными приборами пользовались только специалисты, введившие в компьютер соответствующие слова-команды в машинном коде. В наши дни работу на компьютере легко осваивают в игровом варианте даже маленькие дети. Однако сейчас мы все чаще сталкиваемся с ситуациями, когда привычные пользовательские графические интерфейсы оказываются недостаточными для оптимального взаимодействия человека и технических систем. Так, тенденция к уменьшению размеров различных устройств приводит к тому, что

на их экранах становится крайне трудно разместить графическую информацию. Существуют критические размеры для таких экранов, скажем, 5–10 см, что слишком мало для отображения даже редуцированного графического интерфейса, а значит, и работы в Интернете или использования современного текстового редактора.

Кроме того, человеко-машинные интерфейсы пока еще совершенно аутичны — они не учитывают знаний, ситуативных намерений и состояний человека, функционируя по однажды заложенной в них жесткой программе. Соответственно, негибкими оказываются и формы взаимодействия человека с автоматическими системами. Следствием подобного отсутствия взаимопонимания становятся подчас трагические события. Так, несколько лет назад в аэропорту Варшавы при заходе на посадку потерпел аварию немецкий пассажирский самолет. Причиной катастрофы стала, в частности, различная интерпретация пилотом и бортовым компьютером понятия «посадка»: поскольку самолет садился при сильном боковом ветре, пилот несколько накренил машину в сторону ветра, прикоснувшись к посадочной полосе левой группой колес. Когда он затем попытался погасить скорость, бортовой компьютер заявил: «Операция невозможна — мы находимся в воздухе». В дальнейшем расследование показало, что бортовая автоматическая система управления полетом (*Flight Management System*) интерпретировала посадку иначе, чем когнитивная система пилота, а именно как одновременное касание поверхности земли левой и правой группой колес!

## Координация ресурсов внимания

Лет 10 назад исследователи приступили к поиску альтернативы графическому взаимодействию человека и компьютера, основанной на более глубоком изучении принципов коммуникации и процессов внимания. Как известно, одним из основных условий развития речи

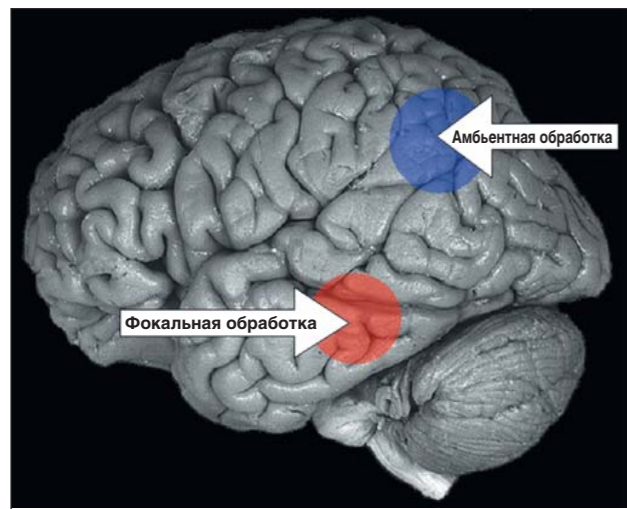


Рис. 1. Области коры больших полушарий, ответственные за амьентную и фокальную обработку информации.

и становления интеллекта у ребенка служит его взаимодействие с матерью, необходимое прежде всего для координации ресурсов внимания, овладения и управления ими. Все формы практического взаимодействия людей имеют первоначально невербальную основу и связаны с восприятием ситуации «здесь и сейчас». Например, типичный диалог механиков, ремонтирующих автомобиль, не только далек от норм литературного языка, но и постоянно нарушает правила элементарной грамматики. В нем повторяются профессиональные жаргонизмы, он изобилует междометиями и словами-паразитами, в предложениях, которые может начинать один человек, а продолжать другой, часто отсутствуют подлежащее или сказуемое и т.д. Однако все это не мешает взаимопониманию, т.к. в основе совместной работы лежит координация ресурсов внимания. Она вырабатывается еще в первые месяцы жизни человека и основана прежде всего на учете направления взгляда партнера. Еще более сложная задача — совместная работа на расстоянии. Допустим, тем же механикам — эксперту и новичку — предстоит отремонтировать авиационный двигатель, но они находятся в разных городах. Ясно, что одних только телефонных переговоров для успешного решения этой задачи будет недостаточно, поскольку требуется не только передать вербальную информацию, но и указать, какой предметный референт имеется в виду в данный момент. Для этого необходимо, во-первых, создать некое единое пространство (например, при помощи Интернета), т.е. дать возможность механикам видеть одну и ту же рабочую обстановку, правда, в одном

случае она будет реальной, а в другом — виртуальной. Вторым важнейшим условием является поддержание состояния совместного внимания, которое может достигаться высвечиванием локуса внимания каждого из партнеров в рабочем пространстве. Иными словами, системы взаимодействия между человеком и техническими средствами должны научиться распознавать и учитывать психофизиологические характеристики человека, формы его внимания и направленность интересов на данном отрезке времени. Когда эти элементы игнорируются, даже новейшие достижения современной технической мысли оказываются бессильными. Примером могут служить видеоконференции, используемые транснациональными корпорациями для проведения оперативных совещаний сотрудников, работающих в разных частях света. Характерная для графических интерфейсов технология «окон» не дает возможности отслеживать социальную динамику общения, кроме того, «говорящие головы» практически не могут взаимодействовать.

### Эволюционные формы и уровни внимания

Что же такое внимание с точки зрения когнитивных исследований? В классической психологии внимание определяется как состояние моноидеизма сознания, когда некая идея полностью овладевает человеком и определяет его действия. Кроме координации ресурсов внимания существуют другие способы управления вниманием, основанные на привлечении или захвате внимания, позволяющем манипулировать человеком. Такими приемами пользуются фокусники, специалисты по рекламе, продавцы и... мелкие жулики. Для этого в процесс взаимодействия вводится какой-либо движущийся объект (так действуют наперсточники) или человек вовлекается в процесс коммуникации (всевозможные уличные лотереи). Внимание может привлекаться внешними раздражителями, что говорит о наличии в человеческом сознании механизмов, автоматически реагирующих на движение, перепады света и тени, смену цветов и звуков. Интенсивное внимание может, однако, иметь и совершенно иные проявления, например, когда мы перестаем замечать окружающее, погружившись в решение важной научной или житейской проблемы.

На разных этапах эволюционного развития превалировал тот или иной тип внимания. Наиболее примитивной формой считается амьентное

(пространственное) внимание, которое, как известно из палеоневрологии, впервые возникло у древнейших рептилий, динозавров, и связано с локализацией объектов в пространстве. Оно работает в динамических условиях: чем больше движущихся объектов, тем больше вероятность того, что будет доминировать именно эта форма внимания. Соответствующие механизмы с близкими функциями сохранились и у *Homo sapiens*. Возьмем, к примеру, спорт. При игре в теннис игрок мгновенно реагирует на мяч, движущийся со скоростью порядка 200 км/ч (т.е. около 60 м/сек.), причем делается это именно благодаря возможностям связанного с глобальной пространственной ориентацией и локализацией объектов амьентного внимания. Однако, действуя автоматически, теннисист вряд ли сможет что-нибудь сказать о характеристиках мяча, т.к. он не идентифицируется, а воспринимается как нечто движущееся. В этом и заключается секрет столь быстрой реакции, которая сопоставима со скоростью реакции насекомых. Напрашивается вывод, что в организме человека есть потенциал восприятия, заложенный еще на заре эволюции.

На более поздних этапах развития возникло так называемое фокальное (предметное) внимание, связанное с идентификацией отдельных предметов, что предполагает использование памяти и постепенно вовлекает более сложные формы социального познания. В конечном счете происходит формирование высшей формы внимания, чувствительной к вниманию другого человека (нечто подобное наблюдается у наших ближайших филогенетических «родственников» — шимпанзе подвида *Pan Paniscus*). Основное значение при этом имеет направление линии взгляда. Не случайно в кинематографе, например, есть такой прием: для того чтобы дать зрителю возможность выделить человека из толпы, все актеры должны смотреть мимо камеры, а герой — прямо в нее. И тогда наше внимание автоматически выделяет его среди множества статистов. Нечувствительность к вниманию другого и неспособность к столь естественному и очень важному для общения контакту «глава в глаза», кстати, является одним из клинических симптомов аутизма (это тяжелое расстройство социального интеллекта получило широкую известность после фильма Дастина Хоффмана «Человек дождя»).

Следует подчеркнуть, что за каждую форму внимания отвечает своя группа мозговых механизмов. Так, амьентное внимание связано с подкорковыми структурами и заднетеменной частью

коры, а фокальное — с ее нижневисочными и лобными областями (рис. 1). Современные нейрорпсихологические исследования показывают, что в височных долях мозга находятся нейроны, воспринимающие направление взгляда другого человека. Это проявляется уже в конце первого месяца жизни, когда младенца начинают привлекать в лицах окружающих прежде всего глаза. При этом для ребенка сначала не имеет значения, сколько глаз у находящегося рядом существа и как они расположены — это доказали эксперименты, проводившиеся с муляжами деформированных лиц. Таким образом, глаза являются как бы безусловным врожденным раздражителем, который в первую очередь выделяется и идентифицируется филогенетически новой подсистемой нашего фокального внимания.

Однако локализация объектов происходит значительно быстрее, чем их идентификация, т.е. амьентное внимание функционирует значительно быстрее, чем фокальное. Так, если для того чтобы локализовать движущийся объект, мозгу требуется менее 1/10 сек., то для простейшей идентификации и семантической классификации необходимо как минимум 1/4 секунды. Различить фазы амьентной и фокальной обработки информации можно на основании объективных признаков в характеристиках движений глаз. Это, в частности, позволило современной психологии с помощью приборов наглядно показать, как конкретный человек воспринимает увиденное. Дело в том, что одно и то же изображение

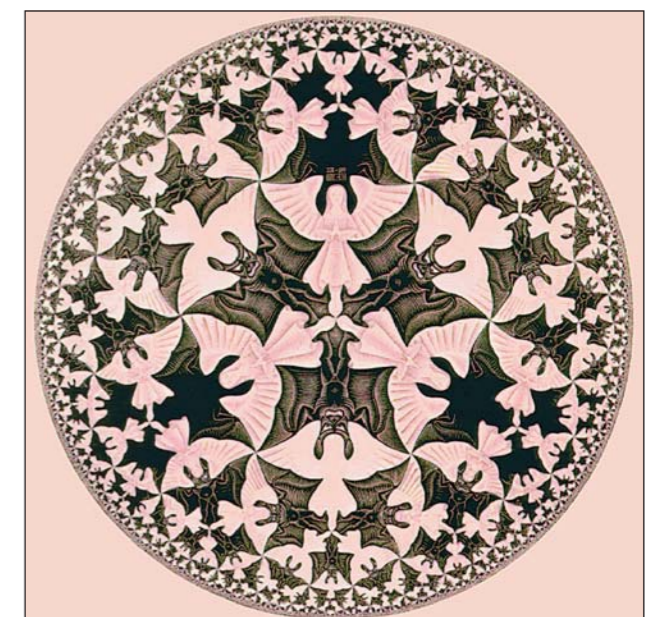


Рис. 2. «Граница круга IV» Морица Эшера.



может восприниматься десятками различных способов, что создает ряд диагностических проблем в медицине. Кроме того, учет параметров движений глаз, характерных для амьбентной и фокальной обработки информации, важен для повышения безопасности транспорта.

### Скрытый «фактор-убийца»

Было бы ошибкой считать, что наличие двух механизмов, определяющих различные формы внимания, представляет лишь академический интерес. С этим связаны чрезвычайно важные явления, от которых в буквальном смысле зависят жизнь и смерть сотен тысяч людей. Так, на дорогах развитых государств ежегодно гибнут столько же людей, сколько в самых кровопролитных войнах. Очень важную роль при этом играет уровень освещенности: в сумерках жертв автокатастроф в четыре раза больше, чем при дневном свете. Однако ни одними правилами дорожного движения не предписывается сбрасывать скорость при снижении уровня освещенности.

Дело в том, что снижение уровня освещенности, стремительно ухудшая работу фокальной системы, практически не сказывается на возможностях амьбентного зрения. Поскольку именно последнее отвечает за сенсорно-моторную координацию и ориентацию в пространстве, у человека совершенно не возникает ощущения, что в сумерках функциональные возможности управления автомобилем снижаются. Однако идентификация объектов при этом резко затрудняется, не случайно свыше 25% водителей, совершивших в сумерках наезд на пешехода, утверждают, что на дороге вообще никого не было. Несколько меньшую роль в подобных ситуациях играют два других фактора: утомление водителя и лучшая

адаптация к освещению пешехода по сравнению с водителем. Итак, существование двух форм внимания и зрительной обработки информации оказывается, как отметил еще в 80-х годах прошлого века известный американский исследователь зрительного восприятия Гершель Лейбовиц, настоящим «фактором-убийцей», и задача состоит в объективном и оперативном отслеживании переходов от фокального к амьбентному восприятию ситуации и обратно. Осуществить это можно либо анализируя работу мозга, либо регистрируя движения глаз — например, признаком амьбентного внимания являются высокоамплитудные саккады зрачка (исключительно быстрые баллистические скачки), сопровождаемые относительно непродолжительными зрительными фиксациями. Второе решение, значительно более технологичное, может быть реализовано уже сегодня и находит целый ряд самых неожиданных применений.

### Интерпретация сложных образов и ландшафты внимания

В современной науке и практике все большее значение приобретает интерпретация сложных изображений. Так, методы магнитно-резонансной диагностики в медицине связаны с системами обработки информации, т.е. с интерпретацией наблюдаемых явлений как аппаратурой, так и врачом. Можно сказать, что к сложным физическим алгоритмам построения изображения добавляются малоизученные нейрофизиологические процессы его восприятия и интерпретации. При этом в медицинской радиологии до сих пор допускается большое количество ошибок. На основе одной и той же информации специалисты зачастую приходят к неодинаковым выводам,

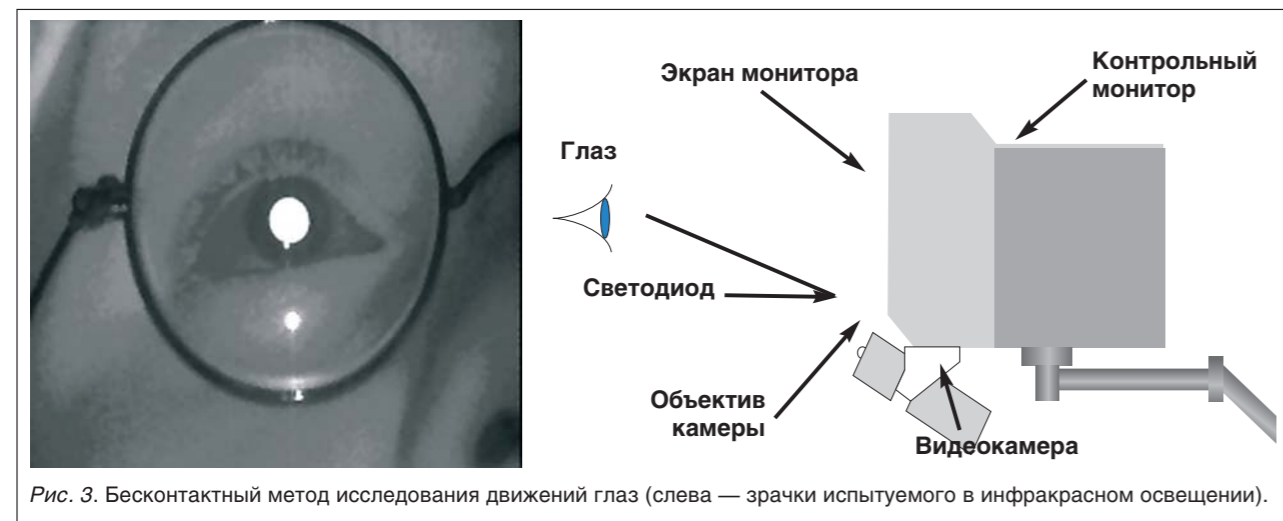


Рис. 3. Бесконтактный метод исследования движений глаз (слева — зрачки испытуемого в инфракрасном освещении).



Рис. 4. «Хлопковая биржа в Новом Орлеане» Эдгара Дега (Институт психологии Дрезденского университета).

по-разному воспринимая и интерпретируя сложный зрительный образ. Казалось бы, нет никакой возможности определить, как именно они это делают. Проблемы восприятия можно проиллюстрировать с помощью одной из известных в истории изобразительного искусства «многозначных» картин (рис. 2). На одном и том же рисунке один увидит ангелов, а другой чертей, и до сих пор это было сугубо личным делом каждого человека.

С выявлением различных форм зрительного внимания и их коррелятов в движениях глаз наблюдателя ситуация изменилась. Радикально усовершенствовались и методы регистрации движений глаз, которая может осуществляться сегодня бесконтактно, быстро и точно (рис. 3). Сам принцип заимствован из военных технологий, где он используется, например, для автономного наведения крылатых ракет на заданную цель. С помощью таких методов не составляет большого труда реконструировать динамику распределения различных форм внимания по поверхности изображения. Такие (трехмерные или, в случае объемных пространственных сцен, четырехмерные) распределения получили названия «ландшафтов внимания» (Velichkovsky, Pomplun&Rieser, 1996). Их можно использовать в качестве математических фильтров, отсекающих лишнюю информацию и подчеркивающих отличительные черты того, что на самом деле увидел в данном случае тот или иной человек.

Чтобы пояснить сказанное, рассмотрим два различных приема фильтрации сложных образов с целью реконструкции особенностей их субъективного восприятия. На рис. 4 и 5 показаны две известные картины (А) и их преобразования в терминах распределения амьбентного (В) и фокального (С) внимания. При этом в одном случае фильтрация используется для высветления, а в другом, напротив, для затемнения оказавшихся иррелевантными с точки зрения соответствующих мозговых механизмов частей картины.

Можно осуществить и иные подходы к представлению подобных результатов (например, фильтровать изображение в терминах пространственных частот так, чтобы менялось разрешение деталей). Но в обоих случаях сохраняется общая стратегия обработки сложных изображений — метод ландшафтов внимания, ориентированный на динамику и характер внимания.

Интересно сравнить особенности восприятия и интерпретации одной и той же картины структурами амьбентного и фокального внимания. Первое из них как бы распределено в пространстве, выделяет скорее оптическую «массу» групп объектов, чем отдельные осмысленные и узнаваемые элементы. Иначе обстоит дело с зонами фокального внимания. Более того, хорошо видно, что наше фокальное внимание прежде всего отслеживает аналогичное внимание других людей. Так, на картине Яна Стена это в основном коммуникативные контакты «глаза в глаза», а у Дега — предметное и предметно-манипулятивное внимание (к газете и к растираемым пальцами волокнам хлопка).

Вернемся, однако, к перспективам объективизации процессов восприятия и интерпретации сложных изображений в медицине. Учитывая важность правильной диагностики, в сложных случаях врачу сегодня уже недостаточно поставить диагноз, ему приходится доказывать свою правоту. «Внимательные к вниманию» технологии помогут ему выяснить, что именно он увидел, например, на рентгеновском снимке, который другие специалисты могут интерпретировать совсем иначе. В таком случае о восприятии сложного изображения, а значит, и о диагнозе можно будет аргументированно спорить. Можно представить себе даже появление своего рода базы данных с информацией о характере восприятия медицинских сведений, к которой в случае необходимости можно будет обращаться для проверки обоснованности спорных диагностических выводов.



Рис. 5. «Сумасшедший мир» голландского художника Яна Стина с вариантами амьбентного и фокального восприятия (Институт психологии Дрезденского университета).

### Внимание человека и технические системы

Изучение особенностей внимания человека постепенно перемещается в центр междисциплинарных исследований. Создаются первые системы, способные предугадать намерения и локализовать фокус внимания человека. В ряде научно-исследовательских центров сегодня разрабатываются концепции и системы, с одной стороны, включающие виртуальную реальность, а с другой, позволяющие эксплицировать направленность внимания участников обсуждения. Оценка направленности внимания осуществляется пока в достаточно примитивной форме — путем отслеживания поворотов головы.

Дальнейшее развитие информационных технологий, вероятно, будет связано не только с передачей вербальной и графической информации, как в современном Интернете, но и будет основано на локализации фокуса внимания, причем делаться это будет за сотые доли секунды. Например, как можно задействовать автоматические системы для помощи человеку, управляющему машиной или самолетом, при необходимости срочно принять решение? Уже разработаны и практически используются первые технические устройства, учитывающие возможности человека в динамически меняющейся обстановке. Так, на американских штурмовиках палубного базирования установлены системы предотвращения опасного сближения с землей (GCAS — *Ground Collision Avoidance Systems*), постоянно фиксирующие изменения рельефа местности, определяющие параметры движения самолета и учитывающие время, которое необходимо летчику, чтобы среагировать. Если на каком-то вираже возникает реальная опасность столкновения с землей, то система берет управление полетом самолета на себя и резко уводит самолет вверх. Конечно, это пример довольно жесткой

формы взаимодействия человека и машины, но в ближайшие 20 лет технологии усовершенствуются. Уже существуют сенсорные датчики, позволяющие оценивать складывающуюся на дороге ситуацию с точки зрения ее потенциальной опасности. Если возникают посторонние объекты или пешеход начинает неожиданно перебежать дорогу перед автомобилем, соответствующие технические детекторные системы компьютерного зрения это зафиксируют. Что делать дальше с этой информацией? Должны ли технические системы менять направление движения автомобиля или останавливать его? Каждому известно, что нет ничего хуже, чем если кто-то начинает без серьезного повода вмешиваться в ваши действия! Поэтому системы технического зрения и интеллектуальной поддержки водителя должны не только воспринимать окружающую обстановку, но и оценивать восприятие и возможные реакции самого водителя. Если опасность зафиксирована, но одновременно поступила информация, что сам водитель также увидел и верно оценил угрозу, то компьютеру лучше не вмешиваться в процесс управления. Но если датчики отметили, что внимание человека не было сфокусировано на опасной ситуации (что оно было амьбентным, а не фокальным), то система должна либо предупредить его, либо остановить автомобиль.

Несколько лет назад одна из ведущих немецких фирм создала устройство, не позволяющее водителю приближаться на опасное расстояние к автомобилю, идущему впереди. Компьютерная система учитывает сцепление колес с дорожным покрытием, видимость, скорость и устанавливает безопасную дистанцию, при этом педаль акселератора градуально становится более жесткой. Но в ряде ситуаций, например, когда водитель хочет совершить обгон, систему приходится временно отключать. При этом оказалось, что, однажды

отключив систему, водитель почему-то не спешит включить ее снова. Исследователи начали поиски психологического решения возникшей проблемы. Задача состоит в том, чтобы навигационная система автомобиля могла регистрировать движение глаз и определять (не требуя от человека эксплицитных решений), как действовать в его интересах в той или иной ситуации: например, отключаться, как только возникает намерение обогнать, и включаться, как только водитель вновь возвращается в поток движения. Конечно, трудно пока прогнозировать, как такая система будет справляться с ситуациями на улицах Москвы или Рима, где обгон осуществляется и слева, и справа, но в условиях упорядоченного немецкого движения она работает.

Тот же подход, использующий локализацию фокуса внимания и особенности движений глаз, может быть применен и в процессе обучения. Допустим, человек читает некий текст на иностранном языке, который знает хотя и сносно, но не в совершенстве. На основе психологических методов можно объективно определить, какие слова ему незнакомы. Вместо того чтобы вновь и вновь обращаться к словарю, как это делалось в течение столетий, адаптивный интерфейс автоматически фиксирует затруднения на основании характерного для таких затруднений режима движений глаз и ненавязчиво подскажет на родном для читающего (или на любом заданном) языке нужное слово. Причем, что существенно, делается это только тогда, когда человеку реально нужна помощь, и, кстати, без какого-либо эксплицитного запроса с его стороны. Поэтому данные виды интерфейсов иногда называют некомандными, т.е. не требующими использования эксплицитных команд. И в этом, конечно, состоит большая разница между возникающими сегодня технологиями будущего и очень примитивными прошлыми достижениями в этой области.

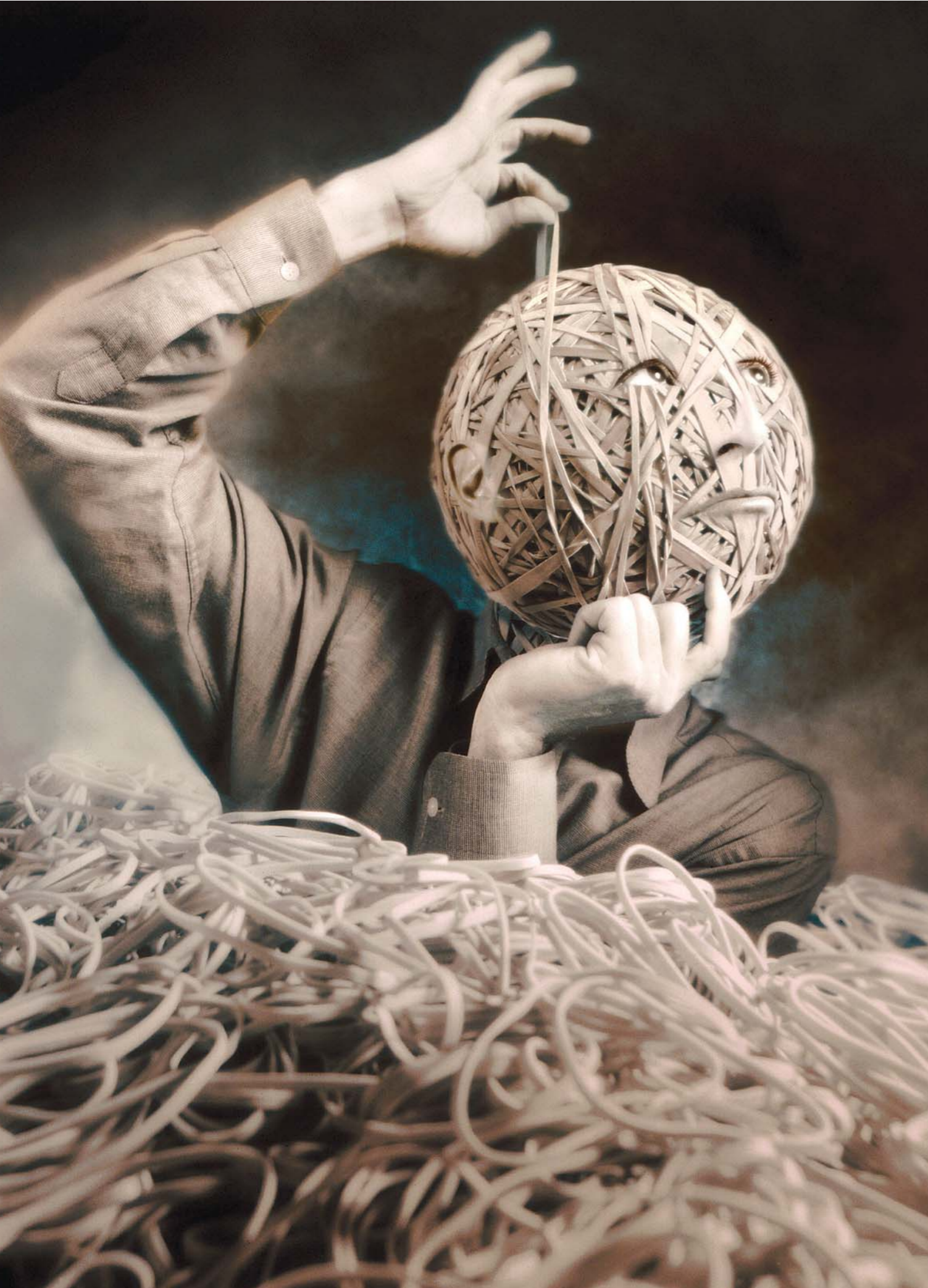
### Заглянуть в будущее: перспективы когнитивной науки

В основе технологий, базирующихся на локализации фокуса внимания, лежит глубокое понимание фундаментальных процессов обработки информации, управления вниманием и того, как эти процессы реализуются нашим мозгом. Печально, что в массовом сознании российской общественности психология все еще остается спекулятивной паранаучной дисциплиной, занимающейся чем-то вроде толкования сновидений и гадания на кофейной гуще. На самом деле

в данной статье затронута лишь малая часть революционных изменений в практическом применении психологических и нейропсихологических знаний, которые прошли научную верификацию в рамках междисциплинарного подхода, получившего во всем мире название когнитивная наука.

Некогда, в классический период отечественной психологии, когнитивные исследования в СССР находились на высоком уровне. Затем наметилось отставание. Чтобы восстановить утраченные позиции и создать совместный форум для представителей разных наук, исследующих познание и его эволюцию, интеллект, мышление, восприятие, сознание, представление и приобретение знаний, язык как средство познания и коммуникации, мозговые механизмы познания, эмоций и сложных форм поведения, в октябре 2004 г. запланировано проведение Первой российской конференции по когнитивной науке. К участию приглашаются психологи, лингвисты, нейрофизиологи, специалисты по искусственному интеллекту, нейроинформатике и компьютерной науке, философы, антропологи и другие ученые, интересующиеся подобными исследованиями. Когнитивная наука — одно из ведущих направлений прикладных и фундаментальных исследований XXI в., и создание подобного форума, безусловно, необходимо и закономерно, особенно в нашей стране, где работали Л.С. Выготский и А.Р. Лурия — предтечи когнитивной науки. В скором времени в области основанных на когнитивных возможностях человека технологий произойдут разительные перемены: будет развиваться речевое взаимодействие с техническими устройствами; привычные компьютеры изменятся до неузнаваемости; интерфейсы станут трехмерными (голографическими), и в любом месте пространства люди смогут, манипулируя виртуальными объектами, получить доступ к накопленным человечеством знаниям и умениям. Но самое главное — человек научится лучше использовать ресурсы своего внимания вкупе с вычислительным потенциалом микропроцессоров новых поколений, что создаст условия для принципиально новых возможностей обработки информации. Действия человека и технических устройств, таких как мобильные роботы, будут координироваться примерно так же, как взаимодействуют внимание матери и ребенка. Таким образом, мы выйдем на первую стадию реального симбиоза человека и созданных его разумом технологий. ■

(В мире науки, № 12, 2003)



# АЛХИМИЯ ПАМЯТИ

По материалам беседы с Игорем Матюгиным

Одно из самых удивительных свойств человеческого разума — память.

Эта уникальная способность связана с мышлением, сознанием, восприятием окружающего мира.

Как ее сохранить? Можно ли развивать память?

Какое место она занимает

в жизни человека и педагогическом процессе?

Каковы механизмы запоминания?

**С**читается, что механизмы памяти изучены достаточно хорошо. Но когда речь заходит о ее развитии, неизменно возникает вопрос: какой вид памяти развивать — логическую, образную или эйдетическую? На этот счет у ученых нет единого мнения, поскольку каждый тип памяти обладает своими специфическими особенностями, соотносящимися с теми задачами, которые стоят перед человеком на данном этапе.

## Виды памяти

Существуют разные способы классификации памяти. Выделяют наследственную (филогенетическую, определяющую строение каждого организма в соответствии с эволюцией вида) и индивидуальную. Последняя свойственна каждому отдельному индивиду и формируется на протяжении всей жизни. Собственно, о ней и пойдет речь.

В зависимости от уровня управления мнемоническими процессами выделяют память произвольную и непроизвольную. Первая активизируется, когда человек осознанно стремится запомнить и воспроизвести тот или иной материал. Непроизвольная же память включается автоматически и фиксирует то, что в данный момент не является объектом внимания и целью деятельности.

С памятью иногда происходят довольно странные вещи. В медицинской практике известны случаи, когда люди, побывавшие на краю гибели, рассказывали, что перед их мысленным взором пронеслась вся жизнь. Классический пример, который приводится практически во всех учебниках: немолодой испанец лежал с очень высокой температурой и неожиданно заговорил на очень редком диалекте, которого знать не мог. Позже выяснилось, что первый год жизни он провел в той области страны, где говорили именно на этом языке. Не меньшую загадку представляют собой больные

эпилепсией: когда им вживляли электроды, они неожиданно очень ярко вспоминали свое детство.

По продолжительности закрепления и сохранения информации процессы памяти подразделяются на три категории: сенсорную (обеспечивающую сохранение большого объема информации, поступающей от органов чувств в течение 1–4 секунд), кратковременную (обслуживающую оперативные процессы запечатления, удержания и преобразования данных, поступающих от органов чувств и длящуюся несколько минут) и долговременную (длительное сохранение информации).

Кратковременная память работает без какой бы то ни было сознательной установки на запоминание. Человек за один раз, не считая, может охватить взором до семи предметов. Психологи, в том числе и Дж. Миллер, доказали, что объем кратковременной памяти человека составляет 7±2 элемента и определяется по числу единиц информации, которое мы в состоянии точно воспроизвести спустя несколько десятков секунд после однократного предъявления.

Долговременная память (ДП) обеспечивает продолжительное сохранение знаний, умений и навыков и содержит огромный объем информации, которая может понадобиться человеку на протяжении его жизни. Экспериментальные данные показывают, что в ДП одновременно задействованы несколько форм организации знаний. Ее нередко сравнивают с книгохранилищем огромной библиотеки, где правильно выбранный код каталога открывает доступ к фолиантам. Считается, что объем долговременной памяти практически не ограничен.

С точки зрения модальности (в зависимости от того, какие органы чувств воспринимают сигналы, поступающие из внешней и внутренней среды организма) выделяют следующие виды

памяти: зрительную, слуховую, тактильную (ощущения от прикосновения), двигательную (или моторную), обонятельную, вкусовую и др.

Двигательная память проявляется в запоминании и воспроизведении движений и их последовательности. Она лежит в основе многих профессиональных навыков, которые постепенно становятся автоматическими, т.е. осуществляются без привлечения внимания и сознания. Люди с развитой двигательной памятью лучше усваивают материал не на слух или при чтении, а при переписывании текста. Это один из способов выработки грамотности.

Однако эти типы памяти в чистом виде встречаются редко. Обычно наблюдаются смешанные варианты — зрительно-двигательный, двигательно-слуховой и зрительно-слуховой. Большинству людей свойствен зрительный тип восприятия предметов и словесно-двигательный — при запоминании текстового материала.

### Эмоции и образы

Раньше считалось, что человек помнит только самое важное — логически обработанную информацию, но оказалось, что в памяти может всплыть и непроизвольно запечатлевшаяся информация, образы и события, которые не воспринимались как нечто важное и не являлись целью деятельности. При определенных усилиях или стечениях обстоятельств можно вспомнить самые неожиданные вещи: утраченные с течением лет детские впечатления, запахи, голоса, чувство вины, обиды и т.д. Очень известный литературный пример: вкус пирожного «Мадлен» вызывает у героя М. Пруста целый каскад воспоминаний детства.

Эмоциональная память, сохраняющая ощущения, чувства, эмоциональную окраску событий, и определяет способность человека вновь пережить, казалось бы, канувшие в лету ситуации. Она формируется очень быстро, порой с первого раза, и не требует многократного повторения.

Образная память также не оформлена в слова и состоит из представлений и образов (зрительных, слуховых, осязательных, обонятельных, вкусовых). Она, как правило, хорошо развита у детей и людей творческих профессий. Ее разновидностью считается эйдетическая память, правильное использование которой лежит в основе хорошего запоминания.

### Эйдетическая память

Человеческая память включает процессы запоминания, сохранения, узнавания или воспроизведения информации, она связывает прошлое

и настоящее человека, формирует его личность, причем существенное влияние имеют факторы и мотивации личного характера.

В 1930-е гг. эйдетическую память в России исследовали Л.С. Выготский и А.Р. Лурия. Они ввели термин «эйдетизм» (от греч. *eidos* — образ), которым обозначали разновидность образной памяти, способность воспроизводить яркие картины предметов и явлений по прекращении их непосредственного воздействия на органы чувств. По мнению ученых, такая система восприятия событий, людей, объектов и любых данных (слов, цифр и т.д.) неизмеримо расширяет возможности человека.

Эйдетик не вспоминает, а как бы продолжает видеть то, что уже исчезло из поля зрения. Картины, возникающие перед его мысленным взором, столь отчетливы, что он может переводить взгляд с одной детали на другую. Он может продолжать видеть предъявленные ему ряды слов, знаков, цифр или превращать диктуемые ему данные в зрительные образы. То же касается и музыки, которую человек как бы продолжает слышать.

Нередко цифры или звуки порождают ассоциации со светом, цветом, вкусом или прикосновением (синестезия). Такой особенностью обладал композитор А. Скрябин, у которого наблюдалось комплексное восприятие дополнительной информации, обеспечивающее точность запоминания. (О синестезии см.: Рамачандран В., и Хаббард Э. *Звучащие краски и кусные прикосновения*. С.107).

Многие техники, направленные на развитие памяти, опираются на приемы запоминания, свойственные людям с эйдетической памятью.

### Феноменальная память

Известный математик и кибернетик Д. Нейман подсчитал, что человеческий мозг может вместить примерно 1020 единиц информации, т.е. каждый из нас в состоянии запомнить все сведения, содержащиеся в миллионах томов книг. История знает немало людей, обладающих феноменальной памятью. Великий русский полководец А.В. Суворов, как утверждают современники, помнил всех своих солдат в лицо. Академик А.Ф. Иоффе по памяти пользовался таблицей логарифмов. В истории музыки известен уникальный случай. Однажды четырнадцатилетний Моцарт на службе в соборе Святого Петра в Риме слушал большое произведение для двух хоров «Мизерере», партитура которого хранилась в секрете. Он запомнил его, а дома записал музыку, не сделав ни единой ошибки. Подобная память была у С.В. Рахманинова, Д.Д. Шостаковича.



Чарли Чаплин не мог запомнить даже фамилии своего секретаря, с которым проработал семь лет

Нередко феноменальная память возникает как компенсаторная функция. У людей, лишившихся способности, например, говорить, слышать или видеть, начинает преобладать тот вид памяти, который помогает частично восполнить утрату.

У специалистов обычно развита профессиональная память. Многие врачи, особенно терапевты, помнят пациентов в лицо, а стоматологи узнают больного только после того, как он открывает рот. Уникальной обонятельной и вкусовой памятью обладают дегустаторы, слуховой — музыканты, певцы и композиторы, двигательной — спортсмены, зрительной — художники, режиссеры и шахматисты, которые могут играть «вслепую» со множеством партнеров.

### Интеллект и память

Возможно, память как основа интеллекта наравне с мышлением и воображением играет немаловажную роль в процессе познания внешнего мира. Однако уровень интеллекта не зависит от памяти. Как показывают эксперименты, недалекие и умные люди могут обладать как хорошей, так и плохой памятью.

В фильме Барри Левинсона «Человек дождя» герой Дастина Хоффмана Реймонд Бэббит, страдающий аутизмом, читал телефонный справочник

и запоминал все цифры. Точно так же он удерживал в памяти комбинации карт, когда играл в казино. Байрон знал все свои произведения наизусть, а Чарли Чаплин не мог запомнить даже фамилии своего секретаря, с которым проработал семь лет. Американские ученые добились того, что обезьяна выучила и использовала около 300 слов, в то время как Эллочка-людоедка из «12 стульев» знала 30, а применяла на практике всего 17.

### Белый лист

Школьникам и студентам на экзамене часто кажется, что они ничего не помнят, но стоит им бросить беглый взгляд в собственноручно написанный конспект или шпаргалку, как в памяти восстанавливается весь материал. Личные записи, кстати, — весьма любопытное явление: в них используется определенная система условных знаков, сокращений, подчеркиваний, пиктограмм, рисунков, схем, цветных обозначений, характерная только для данного индивида, которая помогает ему вспомнить материал и рождает соответствующий образ.

Состояние «ступора», когда человеку во время экзаменов или в стрессовой ситуации кажется, что он не в состоянии ничего вспомнить, сродни тому, что актеры и режиссеры называют «белым листом». Артист, выйдя на сцену, на какую-то долю секунды не может вспомнить, в каком спектакле он играет и какой должен произносить текст. Затем свет, музыка, реплика партнера, расположение декораций или что-то иное рождает ассоциацию, и все встает на свои места.

Многим людям свойственна ассоциативная память. Известно, что актриса МХАТа Ольга Книппер-Чехова перед тем как выйти на сцену в роли Раневской в спектакле «Вишневый сад», всегда душилась одними и теми же духами, которые вызывали у нее определенные ассоциации. Таким образом она использовала запахи как обонятельные подсказки. Чтобы легче запомнить текст и мизансцены, каждый актер находит свои индивидуальные приемы, основанные на восприятии света, музыки, запахов, но чаще всего — на зрительных образах. Альберт Филозов неоднократно рассказывал, что учить роли ему помогают воспоминания о пространственном расположении текста на странице. Клара Лучко, вживаясь в роль, ярко представляла все, что будет происходить на сцене, где именно будут стоять ее партнеры, и это позволяло ей запоминать текст и воспроизводить те чувства, которые должна испытывать ее героиня.



### Помнить или забыть

В основе сознания и психики лежат очень сложные процессы. Наш мозг сопротивляется избытку информации и включает защитные механизмы вытеснения лишнего. Ученые считают, что ненужные сведения удаляются под влиянием различных жизненных ситуаций, эмоций и т.д.

Страх не вспомнить, стресс, волнение, тревога, рассеянность, невозможность сконцентрировать внимание, сознательное или подсознательное нежелание фиксировать неприятные моменты, трагические события и т.д. — все это способствует забвению.

Этот феномен исследовал еще Фрейд, который считал, что нет произвольных обмолвок или случайно забытых происшествий. Если, допустим, человек не помнит доклад, который должен вскоре читать, то это не случайно: либо он не желает выступать перед данной аудиторией, либо ему не по душе тема, но признаться в этом он не может или не хочет.

Функции памяти подлежат восстановлению. Допустим, человек получил травму и ничего не помнит, но если нет серьезных повреждений важных областей мозга, амнезия может быть преодолена.

### Повторение — мать или мачеха

Память играет очень важную роль не только в жизни человека, но и в педагогике. Считается,

что повторение — мать учения, но на самом деле мачеха. В школе основным способом заучивания материала служит зубрежка, что не всегда способствует развитию памяти. Чрезмерная нагрузка не тренирует память, а ослабляет ее. Перенапряжение памяти особенно опасно для детей. Многие психологи и педагоги не одобряют механического заучивания длинных стихотворений, дат, имен, математических формул.

Особые трудности возникают при зазубривании множества формул и дат. Люди, не владеющие специальными приемами обучения, могут быстро запомнить от пяти до девяти цифр, слов, понятий, формул и иных блоков информации, что соответствует объему кратковременной памяти. Но этого обычно бывает недостаточно, и приходится тратить дополнительные усилия и время.

Специалисты выявили, что информация лучше всего воспринимается, если к ней возвращаться через определенные промежутки времени. Первый составляет 15–20 минут, что связано с особенностями кратковременной памяти. Если материал будет повторен не сразу, а через какое-то время, он будет восприниматься как новый. Через два часа у человека включается другая, долговременная память, которая как бы

проверяет, как хранятся полученные сведения и как их извлечь. Вернуться к выученному лучше всего через восемь часов и через сутки.

Противники зубрежки в школе утверждают, что важно понимать и представлять то, о чем идет речь, а не бессмысленно заучивать набор данных.

Прежде чем дать ученику самостоятельно выполнить задание по физике или математике, учитель обычно рассказывает, каким образом решаются подобные задачи. Но никому не приходит в голову объяснить, как надо учить стихотворение. Предполагается, что ребенок умеет это с детства. Казалось бы, если человек регулярно заучивает наизусть стихи, с каждым днем память должна улучшаться, но, как показали эксперименты, этого не происходит. Каждый раз на запоминание одного и того же объема требуется примерно одинаковое количество времени. Но если ребенок сам придумывает какие-то ассоциативные приемы, то материал усваивается быстрее и память действительно улучшается.

Педагогам следует апеллировать к фантазии детей, использовать наглядные пособия, предлагать учащимся закрыть глаза и мысленно увидеть то, о чем идет речь, чтобы развивалось не только логическое, но и образное мышление.

### Мнемотехника

Школьники легко усваивают информацию, если она новая, эмоционально насыщенная и полезная. Если же она не отвечает этим требованиям, приходится использовать специальные приемы запоминания.

Человеческая память необъятна. Но как использовать природные резервы, как мобилизовать внутренние ресурсы?

Многие ученые рекомендуют использовать мнемотехнику и эйдотехнику, которые были хорошо известны еще древним грекам, но сейчас практически не применяются, несмотря на то что могли бы значительно облегчить учебный процесс.

Существуют определенные методы рационального запоминания и воссоздания материала. Одни люди лучше воспринимают увиденное или прочитанное (зрительный тип), другие услышанное (слуховой тип), третьи — записанное или произнесенное вслух (двигательный тип). Совершенствуя память, лучше тренировать не те ее виды, которые и так развиты, а любые другие.

Каждый человек в течение жизни вырабатывает собственную систему запоминания. Многие методы и приемы мнемотехники (от греч. *mnete* —

память и *techné* — искусство, мастерство), т.е. системы специальных приемов, облегчающих запоминание, прочно вошли в нашу жизнь. Так, условные обозначения на мониторе компьютера подскажут даже ребенку, не умеющему читать, как запустить игру. Водители автотранспорта не способны на большой скорости воспринимать текстовые сообщения, но дорожные знаки предупреждают их об опасности, напоминают о необходимости соблюдения определенной скорости и т.д., то есть в доступной форме предоставляют необходимую информацию.

Обычный алфавит, по которому ребенок заучивает соответствие звуков определенным символам, — такой же мнемотехнический прием, как и азбука Морзе, кодирующая буквы в комбинации точек и тире.

Часто, чтобы запомнить новые сведения, мы связываем их с хорошо знакомой информацией или ищем закономерности. У людей, выросших в определенной культурной среде, примерно одинаковый ассоциативный ряд. Возможно, это связано с тем, что дома, в детском саду и в школе нас прямо или косвенно учат одному и тому же.

К мнемотехнике относятся известные школьные поговорки, помогающие запомнить определенные правила: «Уж замуж невтерпёж», «Пифагоровы штаны во все стороны равны», «Биссектриса — это крыса, та, что шарит по углам и делит угол пополам» и т.д. Бытовые методы запоминания, например завязывание узелков, также облегчают обучение.

### Педагогическая мнемотехника

В процессе познания окружающего мира и получения знаний очень важную роль играет аналитическое мышление. Могут использоваться достаточно формальные, но эффективные приемы, позволяющие связать новые данные с уже имеющимися за счет установления строго логических связей.

Для людей, не способных к эффективному зрительному восприятию, существует так называемая педагогическая мнемотехника, которая основана на естественном запоминании при интенсивном «переживании» изучаемого материала. Наиболее распространенные методы — многократное чтение текста, повторение вслух (откровенная зубрежка), составление конспектов, перерисовка иллюстраций. Педагогам рекомендуется организовывать учебный процесс в виде игры, использовать вспомогательный (дидактический) материал и т.д. Такие приемы хорошо знакомы всем нам со школы.



### Поиграем в ассоциации

Многие методы развития памяти строятся на ассоциациях, т.е. на соотнесении известных данных с тем, что следует запомнить. Наиболее распространенный способ — организация ассоциативного поля вокруг запоминаемых понятий, т.е. привязка к неким пространственным системам, например, к комнате.

Ярким примером классической мнемотехники является метод римского оратора Цицерона — выделение объектов в хорошо знакомом помещении или на улице и использование их в качестве «вешалок» для запоминаемых сведений. До сих пор актуален метод великого римлянина, основанный на преобразовании информации в зрительные образы, которые делятся на две большие группы: вспомогательные для фиксации последовательности и кодирующие запоминаемую информацию. В средние века, когда книги были очень дороги, и студентам приходилось поглощать огромные объемы информации, они придумывали воображаемые «города» химии, математики, биологии, философии и др. и мысленно ходили по ним. Таким методом пользовался

и репортер С.В. Шершевский, которого психолог А.Р. Лурия наблюдал на протяжении 30 лет.

Психологами установлено, что ассоциативный ряд, а значит, и восстановление в памяти образов прошлого, зависит от того, что волнует человека в данный момент. На этом строится ассоциативный эксперимент, позволяющий исследовать личность человека. В рассказе Карела Чапека «Эксперимент профессора Роусса» такой прием помог разоблачить убийцу: профессор произносил слова, а подозреваемый должен был назвать первую пришедшую в голову ассоциацию. В результате по ряду соответствий удалось установить, когда, где и как было совершено убийство, и где зарыт труп. Писатель Даниил Хармс говорил, что его телефон легко запомнить: 32–08, т.е. 32 зуба и 8 пальцев.

### Когда вино пьют негры

Тем, у кого лучше развита слуховая память, целесообразно пользоваться методом звуковых ассоциаций. Классический пример — слово «винегрет», которое пишут по сто раз и все равно продолжают делать ошибки. Слуховая ассоциация «вино

пьют негры» позволяет запомнить коварные буквы «и» и «е» с первого раза. Хлорноватистую кислоту (препарат, использующийся для дезинфекции) можно «разложить» на два слова — «хлорка» и «вата» и т.д.

Преподаватели иностранных языков обычно опираются не только на природную способность учеников к языкам, но и на механизмы звуковых ассоциаций, когда к незнакомому слову подбирается русское созвучие.

Одно время был широко распространен метод однокоренных слов, который сейчас практически не используется. Раньше, когда в гимназиях в обязательном порядке преподавали латынь, то, зная латинский корень, ученики могли понять значение похожего слова в трех-четырёх языках. Классический пример — слово «морковь». По латыни — *carota*, по-английски — *carrot*, по-французски — *carotte*, у нас — *каротин*. Кроме того, известно, что человеку, знающему один язык, каждый следующий дается легче и быстрее.

### Точка, точка, запятая...

Людам с хорошо развитой зрительной памятью, так называемым визуалам, можно посоветовать рисовать картинку, так как 80% информации они получают благодаря зрению. Чтобы запомнить, например, даты, формулы и цифры, можно нарисовать дерево, схему или физиономию. Допустим, надо запомнить телефон 625-19-28. Пусть 6 изображает глаз с длинными загнутыми ресницами, 2 — бровь и нос, 5 — рот, перевернутая 1 — острый подбородок и т.д. — вот и «вышла рожица кривая».

Допустим, надо запомнить слово «собака». В первом слоге слышится «а», но пишется «о». Можно нарисовать спящего, свернувшегося калачиком пса, который похож на букву «о». Естественно, ученик с первого раза запомнит, как пишется слово, особенно если четко представит себе очаровательного зверя.

### Почувствуй себя египтянином

В наши дни популярным методом тренировки памяти стало кодирование текста определенными значками — пиктограммами. Эти прародители письменности были обнаружены на монументах Древнего Египта, в том числе на пирамидах. Их и сейчас можно эффективно использовать для запоминания, особенно школьникам и студентам, которым приходится пропускать через себя огромные потоки информации и много писать. Кодирование помогает усваивать больше данных. Учащиеся могут

применять условные обозначения, поскольку схемы и сокращения зрительно воспринимаются и запоминаются лучше, чем слова.

### Рецепт от Марка Твена

Забавный метод сохранения информации изобрел Марк Твен. Сначала он читал свои лекции по бумажкам, но вскоре понял, что первый закон риторики — контакт с аудиторией. Тогда он стал выделять в тексте главные блоки и мысли, а первую букву ключевого слова рисовать... на ногтях. Например, если речь идет о природной памяти, то следует нарисовать букву П, а развивая мысль о том, как интеллект связан с памятью, — И; если говорить о школе — изобразим Ш, об эйдетической памяти — Э и т.д. Такой подход позволяет организовать мышление, а пальцы превратить в шпатель. Единственный минус, на который жаловался Марк Твен, состоял в том, что слушатели начинали шуметь и наблюдать за его манипуляциями с руками.

### Под музыку

Нередко школьники и студенты любят заниматься под музыку. Не стоит им это запрещать, так как мелодия (равно как и посторонние дела, например, рисование на полях, покачивание ногой под столом и т.д.) не отвлекает, а помогает усваивать материал. В романе братьев Вайнеров «Визит к Минотавру» один из героев запомнил телефон, наигрывая на пианино, а в фильме «Я вас любил...» ученик зубрил отрывок из «Евгения Онегина», напевая его на мотив известной песенки.

### В объятиях Морфея

Способность запоминать во сне является одним из резервных механизмов памяти. Спящий человек слышит то, что происходит вокруг, но не осознает этого, поэтому он может не только воспринимать, но и запоминать информацию, а после пробуждения воспроизводить ее без искажений.

Обучение во сне (гипнопедия) практиковалось еще в Древней Индии. В современном мире первая известная попытка была предпринята в 20-х гг. XX в. американцами: офицеры морской школы учили во сне телеграфный код. Затем английские исследователи провели эксперимент, в ходе которого пытались обучить таким образом матросов азбуке Морзе. Одна группа занималась только днем, а другая — и днем и ночью. Оказалось, что вторая группа усвоила материал гораздо быстрее.



В популярном фильме Алексея Коренева «Большая перемена» герой Евгения Леонова во сне учил историю, а когда отвечал на уроке, не только рассказал о социально-экономическом устройстве Германии, но и дал сводку погоды на следующий день, которую слышал по радио.

### Двадцать пятый кадр

Гипнопедию применяет и Г. Китайгородская, используя разработанный болгарским ученым Г. Лозановым метод погружения в языковую среду.

Однако не следует путать метод погружения с принципом 25-го кадра, когда информация попадает в подсознание, минуя сознание, что в сотни раз повышает способность запоминать. Кинопленка движется со скоростью 24 кадра в секунду, и каждый кадр мы видим осознанно. Но если вмонтировать дополнительный кадр, содержащий определенную информацию, то глаз его не воспримет, а подсознание зафиксирует.

С конца 1950-х годов ЦРУ и КГБ обучали своих агентов иностранным языкам именно по методике 25-го кадра, что позволяло за несколько часов выучить то, на что в обычном режиме уходят годы. На этом базируется и система изучения иностранных языков по методу *Intell*.

Феномен воздействия 25-го кадра мало изучен. Неизвестно, сколько информации можно вложить в подкорку (один образ или целую картину, одно слово или несколько тысяч) и как это в дальнейшем отразится на сознании и памяти человека.

Практичные американцы пытались использовать этот прием в рекламе. В одном из кинотеатров Нью-Йорка шел художественный фильм, где в киноленту между кадрами были вмонтированы титры «Пейте кока-колу» и «Ешьте попкорн». Они мелькали каждые пять секунд незаметно для зрителей. Но после сеанса воздушная кукуруза и кола раскупались в два раза активнее, чем когда

шел фильм без «подвоха». Сегодня использование в рекламе этого приема запрещено, однако в процессе обучения допускается.

### Мыслить, чтобы не стареть

Сейчас в развитых странах остро стоит проблема старения. Благодаря современной медицине люди стали жить дольше, но теперь перед обществом встала новая задача — улучшение качества жизни пожилых людей.

Старики часто жалуются на забывчивость, однако с физиологической точки зрения с возрастом память ухудшается только на 10%. Как правило, она начинает подводить пенсионеров, которым не хватает рабочей атмосферы, ощущения своей незаменимости, смены впечатлений, привычного круга общения. Когда больше нет необходимости удерживать в голове огромное количество домашних и рабочих дел, человек фактически теряет мотивацию для запоминания. Активность мозга снижается, ухудшается память, ослабляется внимание, утрачивается способность организовывать мыслительный процесс, быстро переключать внимание и т.д.

На Западе и в США люди, выйдя на пенсию, начинают активно путешествовать. Так они вносят разнообразие в свою жизнь, получают новые впечатления, познают мир и чувствуют себя полноценными людьми. Словом, их жизнь продолжается. В России, к сожалению, пенсионеры остро ощущают, что жизнь их закончена, они выброшены из привычного мира и в массе своей практически изолированы от общества. Новые положительные впечатления очень важны для поддержания памяти «в рабочем состоянии».

Раньше были широко распространены семейные игры (лото, шарады), основанные на запоминании слов, быстрой реакции и богатой фантазии. В них участвовали и взрослые, и дети, что способствовало не только тренировке памяти, но и общению. Многие дедушки и бабушки сегодня как бы учатся вместе с внуками, водят их в школу и помогают делать домашние задания. Хотя психологи считают, что чрезмерная опека вредит детям, близкий контакт с родными полезен и пожилым, и юным, т.к. семья как бы объединяется через поколение, сохраняя традиции.

### Тренировка памяти

А.Р. Лурия, известный русский психолог, рекомендовал перед сном вспоминать прожитый день, располагая события в обратном порядке, подобно тому, как режиссер прокручи-

вает киноленту при монтаже фильма. Такая техника сложна, но эффективна для развития и восстановления памяти и способствует тренировке зрительного восприятия.

### Тени минувшего

Один из методов тренировки памяти можно условно назвать «знаки прошлого». Таким приемом пользовался Пикассо. У него была особая комната, где хранились разбитые фужеры, старые платки, сломанные расчески. Он брал в руки предмет, силился вспомнить то, что было связано с ним, и в памяти всплывали лица, события, мысли, разговоры. Он как бы погружался в приятную атмосферу воспоминаний. Говорят, так можно снять стресс. Кроме того, как сказал немецкий писатель Жан-Поль, «Память — это единственный рай, из которого нет изгнания».

Авраам Линкольн, прежде чем стать президентом, был адвокатом. И чтобы лучше запомнить речи, которые намеревался произносить в суде, пользовался приемом, который можно определить как двойное запоминание: он читал текст вслух, т.е. видел и слышал одновременно.

### Бабушкин комод

Эффективным способом тренировки памяти оказывается метод, называемый «бабушкин комод». Однажды внучка попросила бабушку помочь ей решить задачку, а старушка неожиданно предложила разобрать комод: ненужные вещи выбросить, нужные положить поближе, а те, которыми пользуются редко, — подальше. Пока девочка сортировала содержимое ящиков, к ней неожиданно пришло решение задачки. Смысл метафоры таков: для концентрации внимания и развития памяти необходимо «освободить место» в голове. Взрослый человек обычно держит в уме одновременно пять-шесть неотложных дел: что купить, кому позвонить, обиды, какие-то размышления, недоделанную работу и т.д. Это мешает сконцентрироваться на запоминании. Если рассортировать вопросы, то все встанет на места. Так, 50% из них можно отбросить, поскольку их решение от нас не зависит. Не стоит откладывать в долгий ящик те проблемы, с которыми мы можем быстро разобраться, но из страха, нежелания, стыда и т.д. затягиваем решение. А то, что остается и требует неправданных затрат сил и времени, можно отложить до лучших времен.

К памяти надо относиться как к золоту — уметь сохранить и преумножить. ■

(В мире науки, № 8, 2004)



Фотографии сбивают с толку малышей, не освоивших двойственное восприятие и не осознающих, что символический объект является одновременно и самим собой (в данном случае качественной фотографией), и изображением другого предмета (обуви). Многие дети пытаются взаимодействовать с изображенными на фотографии объектами так же, как этот мальчик, старающийся всунуть ногу в кед

## В МИРЕ СИМВОЛОВ

Джуди Делоачи

Маленькие дети часто путают реальный объект и его модель, пока не привыкнут к тому, что одна вещь может олицетворять другую. Такие ошибки показывают, насколько трудно развивается абстрактное, в том числе символическое мышление

**20** лет назад в моей жизни настал удивительный момент. В те годы я изучала память у детей и начинала новый эксперимент с малышами 2,5–3 лет. Для осуществления проекта в лаборатории был создан макет настоящей комнаты. Она выглядела как обычная гостиная с несколько потрепанной мебелью: обитый тканью диван, кресло, тумбочка, шкафчик и т. д. Миниатюрные предметы точно копировали реальную обстановку. Макет назывался «Комната маленького Снупи», в ней на глазах у ребенка мы прятали небольшую пластмассовую собачку по имени Маленький Снупи, а затем просили малыша найти Большого Снупи (точно такую же игрушку, но большего размера), спрятанного в том же месте, только в большой гостиной. Мы хотели выяснить, могут ли дети воспользоваться своим представлением о модели комнаты, чтобы сообразить, где искать игрушку в реальном помещении.

Как мы и ожидали, трехлетки успешно справились с задачей. Увидев, что маленькую фигурку помещают за миниатюрным диваном, они бежали в соседнюю комнату и обнаруживали Большого Снупи под настоящим диваном. Однако малышом 2,5 лет, к нашему большому удивлению, постигла неудача. Они бодро отправлялись за большой собачкой, однако большинство из них не имело ни малейшего представления о том, где ее искать, хотя они прекрасно помнили, где именно в кукольной гостиной спрятана маленькая фигурка.

Их неспособность применить знания о макете, чтоб сделать вывод о реальном помещении, указывала на то, что они не улавливали взаимосвязи между тем и другим. Вскоре мое исследование особенностей памяти вылилось в изучение восприятия символик детьми.

Люди отличаются от других живых существ, в частности, и тем, что способны создавать и понимать самые разные символы. Их использование позволяет нам передавать информацию от поколения к поколению и усваивать знания

даже в отсутствие непосредственного опыта — так, мы многое знаем о динозаврах, несмотря на то, что никогда не встречались ни с одним из них. По сути дела, символическое мышление предопределяет существование культуры в целом. Символизация играет фундаментальную роль во всех видах человеческой деятельности, поэтому обретение символического мышления можно считать одним из самых важных аспектов развития человека. Как же, когда и каким образом маленькие дети начинают использовать и воспринимать условные обозначения и как они осваивают их?

### Картинки оживают

Первыми символами, с которыми знакомятся дети, чаще всего оказываются картинки. Взрослому может показаться, что нет ничего проще, однако я обнаружила, что вначале изображения приводят малышей в недоумение. Проблема коренится в двойственной природе всех символических объектов: они реальны сами по себе и в то же время олицетворяют еще что-то. Чтобы понять их, наблюдатель должен обрести двойственное восприятие: одновременно видеть как сам объект, так и взаимосвязь между ним и тем, что он воплощает.

Несколько лет назад меня заинтересовал тот факт, что маленькие дети не осознают двойственной природы рисунков. Так, родители рассказывали, что их младенец пытался схватить нарисованное яблоко или же засунуть ногу в фотографию ботинка. Мы с коллегами решили исследовать этот феномен.

Мы нашли очень простой способ выяснить, как маленькие дети воспринимают картинки: перед девятимесячным ребенком клали книгу с цветными фотографиями реальных предметов. К нашему удивлению, практически все младенцы протягивали ручки, чтобы потрогать, потереть, похлопать или поскрести картинки, некоторые даже пытались схватить изображенные



предметы рукой, словно желая поднять их со страницы.

Однажды мы получили уникальную возможность проверить, все ли дети реагируют одинаково. Антрополог из Иллинойского университета захватила с собой некоторые из наших книг и видеокамеру в Кот-д'Ивуар, в далекую от цивилизации деревню народности бенг. Условия эксперимента там были несколько иные, чем у нас в лаборатории: малыши сидели на земле или на коленях у матери, вокруг бродили куры и козы, а дети постарше и взрослые играли, работали, разговаривали и смеялись неподалеку. Скорее всего африканские младенцы ни разу в жизни не видели ни одной картинке, однако они исследовали изображенные объекты руками точно так же, как их американские сверстники.

Наши исследования показали, что малыши прекрасно видят разницу между вещью и ее изображением. Если предложить им на выбор и то, и другое, они предпочтут реальный предмет. Однако пока они не совсем понимают, что собой представляют картинки и чем они отличаются от представленных на них объектов («референтов»), а потому крохи принимаются изучать их на ощупь: некоторые, например, наклоняются и прикладывают губы к соске на фотоснимке бутылочки. Однако они поступают так только в том случае, если изображения очень похожи на саму вещь, как на цветных фотографиях. Как отмечает ряд исследователей, такое же недоразумение возникает и с видеоизображениями. Девятимесячные детишки нередко протягивают ручки и пытаются схватить объекты, движущиеся по экрану телевизора. Однако когда изображения имеют относительно мало сходства с реальными вещами (например, если нарисованы только их контуры), маленькие исследователи редко интересуются ими.

#### ОБЗОР: СИМВОЛЫ НЕ ИНТУИТИВНЫ

- Символическое мышление у детей возникает не сразу. На протяжении нескольких лет они постепенно осваивают различные аспекты такого мировосприятия.
- В процессе обучения дети совершают много забавных ошибок, например, принимают фотографии за реальные объекты и не могут взять в толк, как маленькая модель может олицетворять ее большую копию.
- Понимание значения символов требует двойственного восприятия. Подлинно символическое мышление формируется у детей только тогда, когда они начинают воспринимать объект и сам по себе, и как изображение чего-то другого.

К полутора годам дети начинают понимать, что картинка просто изображает реальную вещь. Они уже не пытаются схватить ее, зато показывают на рисунки и называют изображенные предметы или просят взрослых сказать, как они называются. Исследователи из Йельского и Гарвардского университетов недавно провели такой опыт: они демонстрировали полуторагодовалым и двухлетним детям простой контур щетки, чтобы научить их слову, обозначающему эту вещь, которую они никогда не видели. Большинство детей восприняло слово как относящееся к самому предмету, а не только к картинке. Другими словами, они интерпретировали рисунок в символическом ключе — как замещающий референта, а не просто связанный с ним.

Чем старше становится ребенок, тем реже он пытается ощупать изображение, чтобы его исследовать. По нашему мнению, такое изменение поведения связано с формированием тормозного контроля и способности сдерживать свои побуждения, что обеспечивается развитием лобной коры. В результате малыши уже не стремятся к непосредственному взаимодействию с изображением, довольствуясь созерцанием, как взрослые.

Определенную роль играет и опыт восприятия картинок. Большинство современных детей живет в мире, изобилующем изображениями, они постоянно видят фотографии и книжки с иллюстрациями. Ежедневно разглядывая их, ребенок учится отличать картинки от реальных предметов и постепенно приходит к пониманию, что рисунки или снимки можно рассматривать или говорить о них, но нельзя направить на них непосредственное действие.

Тем не менее детям требуется несколько лет, чтобы полностью постичь природу изображений. Было обнаружено, что до 4-х лет многие дети полагают, что если перевернуть нарисованный стакан с попкорном, то его содержимое высыплется. Они также убеждены, что фотоснимок должен меняться по мере того, как в реальном мире происходят изменения с тем, что на нем запечатлено. Подобные заблуждения свидетельствуют о том, что малыши еще не вполне осознают некоторые аспекты взаимосвязи между предметом и его изображением.

#### Ошибки Гулливера

Картинки — не единственный источник ошибок, связанных с восприятием символов маленькими детьми. На протяжении многих лет мои сотрудники, студенты и я сама были свидетелями тому, как малыши пытаются уссесться в крошечное креслице из макета комнаты, лечь



Проявление неверного двойственного восприятия — ошибочная оценка размеров, типичная для детей в возрасте от 18 до 30 месяцев. Малыш тщетно пытается уссесться на крошечный стульчик. В экспериментах используются еще более мелкие предметы

на кукольные кровати или залезть в маленькую игрушечную машинку. Заинтересовавшись столь удивительным поведением, которое никогда не упоминалось в научной литературе, мы решили его изучить.

Мы приводили детей в возрасте от 18 до 30 месяцев в комнату, где помимо всего прочего были три большие игрушки: горка, кресло и автомобиль, в котором ребенок мог кататься, отталкиваясь ногами от пола. После того как маленький участник эксперимента поиграет с каждым объектом не менее двух раз, его выводили из комнаты. Затем мы заменяли крупные предметы их уменьшенными копиями. Когда малыш возвращался, мы никак не комментировали подмену и предоставляли ему играть как вздумается, но, если он игнорировал маленькие игрушки больше трех-четырёх минут, мы привлекали его внимание к ним.

Затем мы просматривали отснятый видеоматериал в поисках того, что мы назвали ошибками

масштаба — предпринимаемых всерьез попыток выполнить действия, которые явно невозможны в силу значительной разницы в размерах между телом ребенка и объектом его усилий. Мы проявляли чрезвычайную осторожность в оценках, ошибки масштаба засчитывались только в том случае, если несколько экспертов независимо друг от друга идентифицировали их как таковые.

Почти половина детей делали один или более подобных промахов. Они совершенно серьезно стремились использовать маленькие игрушки так же, как ранее большие. Одни силились втиснуться в крошечное креслице, другие пытались взобраться на маленькую горку и скатиться с нее, в результате чего игрушки выскальзывали из-под них и переворачивались (предметы были изготовлены из прочной пластмассы и по высоте не превышали 12,5 см, поэтому дети не подвергались никакому риску). Некоторые норовили забраться в маленькую машинку: они открывали дверь и с потрясающей настойчивостью старались просунуть туда ногу.

Интересно, что в основном детей не особо огорчали неудачи. Некоторые немного сердились или терялись, но большинство просто отвлекалось на другое занятие. Вероятно, дело в том, что, осваивая мир, крохи ежедневно сталкиваются с многочисленными препятствиями и не воспринимают их как нечто из ряда вон выходящее.

По нашему мнению, ошибки масштаба возникают из-за рассогласования между использованием зрительной информации для планирования действия, с одной стороны, и управления ходом его выполнения, с другой. Когда ребенок видит уменьшенную копию знакомого ему объекта, зрительная информация (форма, цвет, текстура и т.д.) активирует мысленное представление о референте, с которым связана двигательная программа взаимодействия с крупным объектом и сходными с ним предметами. Половина исследованных нами детей не пытались пользоваться маленькой игрушкой так же, как большой, — вероятно, их двигательная программа тоже активировалась, но сразу же тормозилась.

Но у другой половины малышей двигательный шаблон продолжал действовать. Как только ребенок начинал выполнять стандартную последовательность движений, зрительная информация о реальном размере объекта использовалась для того, чтобы осуществить действия. Некоторые, например, присаживались над крошечным креслицем и заглядывали под себя, чтобы не промахнуться. Те, кто пытался забраться



Двухлетний ребенок не понимает символического соотношения между моделью комнаты и самой комнатой. Мальчик видит игрушку, спрятанную за растением в модели, но не догадывается заглянуть за растение в настоящей комнате

в маленькую машинку, сначала открывали дверцу, а затем старательно просовывали ногу внутрь. Принимая решение о взаимодействии с уменьшенной копией, дети полагались на зрительную информацию, связывающую ее с объектом нормального размера, но затем, выполняя свой план, они корректировали действия, соотносясь с данными о реальных габаритах предмета. Такое рассогласование в использовании зрительной информации не противоречит общепринятым теориям зрительного восприятия, утверждающим, что распознаванием объектов и планированием действий заняты одни области мозга, а выполнением и корректировкой действий — другие.

### Волшебная уменьшающая машина

Ошибки масштаба показывают, что детям не удастся воспринимать по отдельности символ и его референт. Однако смещения объекта и его символического образа не происходит в том случае, если необходимость в двойственном восприятии исчезает. Мы обнаружили этот феномен

в 1997 г., когда убеждали детей 2,5 лет (разумеется, с полного согласия родителей), что у нас есть устройство, которое может уменьшать обычные предметы.

С помощью нашей «волшебной уменьшающей машины» мы надеялись понять, верно ли, что в основе неспособности детей воспринимать символы лежит необходимость думать об обеих «ипостасях» объекта одновременно. Если ребенок поверил, что некое таинственное устройство уменьшило предмет или комнату, то в его понимании миниатюрная копия тождественна самому объекту. В таком случае нет никакой символической взаимосвязи между предметом и макетом, а потому у ребенка нет необходимости применять свои знания о большом экземпляре к маленькому.

Наш волшебный прибор должен был уменьшить большую игрушку и палатку. На глазах у ребенка мы помещали игрушку в палатку и направляли на нее «уменьшающую машину». Затем ребенок и экспериментатор прятались в другой комнате и ждали, пока механизм сработает. Когда они возвращались в лабораторию, на месте большой палатки уже стояла маленькая. (Поразительно, но детей совсем не удивляло ни то, что аппарат может уменьшать предметы, ни то, что во время работы агрегата на него нельзя смотреть.)

Когда мы просили детей отыскать игрушку (тролля с ярко-фиолетовыми волосами), они немедленно заглядывали в маленькую палатку. Будучи уверенными в том, что перед ними та же самая палатка, только уменьшенная, они легко находили спрятанную куклу. В данном случае от детей не требовалось двойственного восприятия: они считали, что маленькая палатка была той же самой, что и большая, и потому игрушка находилась там, где она и должна была быть в соответствии с представлениями малыша.

### Теория и практика

Изучение роли двойственного восприятия символов имеет большое прикладное значение для тех, кто работает с детьми. В частности, при разговоре с маленькими жертвами сексуального насилия полицейские, психиатры и другие специалисты нередко используют куклы с анатомическими подробностями, предполагая, что таким образом ребенку будет легче рассказывать о случившемся. При этом подразумевается, что малыш может воспринимать куклу и как игрушку, и как олицетворение самого себя.

Однако целесообразность использования таких методов вызвала сомнения у ряда ученых.

В ходе нескольких независимых исследований ученые просили дошкольников рассказать о визите к педиатру и о том, осматривал ли он их гениталии. При этом с одними группами детей разговор велся при помощи кукол, имитирующих строение человеческого тела, а с другими — без них. Оказалось, что в целом ответы детей были более точными в тех случаях, когда манекены не использовались. Кроме того, малыши, объяснявшиеся с помощью кукол, были склонны давать ложную информацию о прикосновении к половым органам.

Мои исследования показали, что у детей нередко возникают затруднения при интерпретации символических объектов, и я предположила, что в раннем детстве человек не способен соотносить свое тело с телом куклы. В нашей лаборатории была проведена серия экспериментов, основанных на поиске простейших соответствий. Если приклеить стикер на тело ребенка (например, на плечо или ступню) и попросить его прикрепить такой же на куклу, на то же самое место, то дети от 3 до 3,5 лет обычно легко справлялись с заданием, однако те, кто был помладше, лишь в половине случаев понимали, что от них требуется. То есть даже в такой чрезвычайно простой ситуации, не предъявляющей никаких требований к памяти и не несущей никакой эмоциональной нагрузки, малыши не могут сопоставить свое тело с его подобием.

Результаты опытов показывают, что нельзя применять модели человеческой фигуры в ходе следствия с участием маленьких детей. Подобных экспериментов было проведено множество, и в настоящее время применение кукол при разговоре с детьми младше 5 лет не считается целесообразным, а в некоторых штатах даже запрещено законом.

Концепция двойственного восприятия важна и в педагогической практике. Во всем мире преподаватели детских садов и начальных школ используют так называемый предметный дидактический материал: кубики, палочки и т.д. Идея состоит в том, чтобы с помощью конкретных предметов помочь детям понять абстрактные математические принципы. Но если ученики не видят взаимосвязи между понятием и олицетворяющим его кубиком, то применение подобного метода может оказаться даже вредным. Некоторые исследования показывают, что детям часто нелегко дается понимание и применение предметного дидактического материала. В настоящее время мы изучаем, способны ли символические объекты помочь в обучении буквам и цифрам. С помощью кубиков, созданных специально для знакомства маленьких

детей с математикой, мы учили ребятшек 6 и 7 лет решать задачи на вычитание с заимствованием (они часто вызывают у учеников затруднения). Другая группа осваивала тот же материал с помощью лишь карандаша и бумаги. Все дети в конце концов усвоили принципы решения, однако тем, кто пользовался кубиками, потребовалось в три раза больше времени. Одна девочка из группы «кубиков» после завершения исследования дала нам совет: «А вы не думали учить этому детей с бумагой и карандашом? Так ведь намного легче».

Двойственное восприятие стоит учитывать и при создании книг для малышей. Сейчас очень распространены детские издания со множеством подвижных частей, побуждающих детей к непосредственному взаимодействию с книгой: подвижные или скрытые картинки, которые можно посмотреть, открыв «окошко» на странице и т.д. Мы с аспиранткой Синтией Чионг (Cynthia Chiong) решили, что такие игровые элементы могут отвлекать детей от информации, заложенной в книге. Недавно мы с помощью разных методик пробовали научить азбуке детей в возрасте 30 месяцев. Одна группа занималась по старомодным букварям, где каждая буква четко напечатана крупным черным шрифтом и сопровождается соответствующей картинкой: А — Арбуз, Б — Белка... Другим ученикам досталась затейливая книга с различными движущимися элементами. Впоследствии оказалось, что ребята, которые работали с обыкновенной азбукой, усвоили больше букв, чем обладатели хитроумного учебника. Можно предположить, что детям легче сконцентрировать внимание, глядя на ровные страницы традиционной книги, чем отвлекаясь на манипуляции с трехмерными объектами. Если речь идет об обучающих книгах для младшего возраста, то простые варианты зачастую оказываются наиболее эффективными.

Многочисленные исследования свидетельствуют, что многие аспекты символики, которые очевидны для взрослых, вызывают затруднения у маленьких детей. Они должны преодолеть определенный барьер на пути к достижению зрелого представления о том, что один объект может быть условным обозначением другого. А современному ребенку приходится осваивать все большее количество разнообразных символов. Более глубокое понимание различных стадий развития абстрактного мышления, в том числе символического, позволит исследователям выявить, изучить и преодолеть трудности в обучении, с которыми сталкивается ребенок. ■

(В мире науки, № 11, 2005)



# МИФОЛОГИЯ САМООЦЕНКИ

Рой Баумейстер, Кетлин Вос,  
Дженнифер Кемпбелл и Джоаким Крюгер

Долгое время считалось, что высокая самооценка — залог жизненного успеха. Однако исследования показывают, что такая позиция не помогает ни повысить академическую успеваемость, ни предотвратить опрометчивые поступки

**М**ногие убеждены, что самооценка влияет на состояние психического здоровья человека, поэтому нет ничего удивительного в том, что люди стараются повысить ее любым способом. А большинство американцев уверено, что высокое мнение о себе — залог успеха и процветания, и наоборот — заниженная самооценка лежит в основе многих личных и, как следствие, общественных проблем.

В Калифорнии в конце 1980-х гг. была создана специальная комиссия по персональной и общественной ответственности. Члены комиссии были убеждены в том, что повышение самооценки у молодежи приведет к снижению уровня преступности, наркомании, а также к предотвращению нежелательной беременности среди несовершеннолетних, загрязнения окружающей среды и т.д. Кроме того, они считали, что люди, высоко ценящие себя, якобы зарабатывают больше других, а потому платят немалые налоги. Помимо прочей деятельности комиссия собрала группу специалистов для того, чтобы составить обзор литературы по данному вопросу. В результате в 1989 г. вышло в свет издание, озаглавленное «Социальное значение самооценки», в котором утверждалось, что «большая часть, если не все значительные проблемы, отягощающие жизнь общества, коренятся в низкой самооценке большого количества людей». Однако в отчете не содержалось никаких доказательств в пользу данного утверждения.

Калифорнийская комиссия была распущена в 1995 г., но ее дело продолжила некоммерческая организация под названием Национальная ассоциация за самооценку (*National Association for Self-Esteem, NASE*), основная задача которой сводилась (согласно ее официальному заявлению) к тому, чтобы «улучшать жизнь граждан, повышая их мнение о себе».

К сожалению, руководители NASE не ознакомились с новейшими исследованиями. Поэтому

при поддержке Американского психологического общества мы составили обзор научной литературы по данной теме.

## Критерий объективности

Как измерить самооценку? Для этого необходим надежный критерий ее анализа, однако большинство исследователей ограничиваются тем, что просто спрашивают у людей их мнение о себе. Ответы не всегда бывают объективны, поскольку все, естественно, хотят выглядеть лучше в глазах других. Но, к сожалению, психологи не располагают более удачным методом, позволяющим судить об уровне самооценки.

Физически привлекательные люди склонны иметь высокое мнение о собственной персоне, поскольку окружающие чаще стремятся к общению с ними, они любимы супругами и друзьями и т.д. Но бывает и так, что люди с завышенным самомнением просто переоценивают свою внешность без особых на то оснований.

В 1995 г. исследователи опросили большое количество людей, предлагая им поставить самим себе оценку. Затем их сфотографировали, и группа экспертов дала заключение об их внешних данных. Фотографии, сделанные в полный рост, не выявили достоверной корреляции. Съемка крупным планом дала лучшие результаты, но и они вызывают сомнения, поскольку люди, которые себя любят, обычно стремятся выделиться, лучше одеваются, носят украшения. Затем экспертам показали фото тех же участников без прикрас, и было выявлено, что оценка, выставленная людьми своей внешности, не соответствует действительности.

Такое несоответствие должно было подействовать отрезвляюще. Вначале казалось, что тесная взаимосвязь между приятной внешностью и высокой самооценкой очевидна, но выяснилось, что она лишь отражает закономерность,

согласно которой, поставив себе положительную отметку по одному параметру, люди обычно оценивают себя так же и по другому. Аналогично дело обстоит с теми, кто обладает низкой самооценкой: они склонны к тому, что по-английски называется «флоксиносинигилипликацией» (*floccinaucinihilipilification*). Этот неудобнопроизносимый термин, составленный из латинских корней, — одно из самых длинных слов, включенных в Оксфордский словарь, однако невозможно избежать соблазна привести его здесь. Оно переводится как «действие или привычка оценивать все как не имеющее никакой ценности». То есть люди, не удовлетворенные собой, склонны отрицательно оценивать не только себя, но и вообще все на свете.

Такая тенденция явно изменила некоторые выводы, сделанные учеными ранее. Например, некоторые психологи считали, что люди с низкой самооценкой относятся к окружающему миру с некоторым предубеждением. Однако исследователи из Мичиганского университета в Анн-Арборе подвергли сомнению такое мнение. В конце концов, если люди плохо думают о себе и о тех, кто отличается от них, вряд ли будет правильно назвать это предубеждением. Если попросить человека оценить членов некоей группировки или представителей сообщества, будь то национальность, профессия и др., то получится противоположный результат: с большим предубеждением к «чужакам» относятся как раз индивидуумы с высокой самооценкой. Привычка оценивать все как не имеющее ценности приводит также к тому, что те, кто пренебрежительно отзывается о себе, зачастую и к своей жизни относятся так же. В результате создается впечатление, будто именно низкая самооценка ведет к неудачам.

Самоидентификация может быть неверной, поэтому мы решили отталкиваться от объективных

#### ОБЗОР: САМООЦЕНКА

- Американцы полагают, что самооценка граждан — проблема социальная, и ее понижение может привести к нежелательным поступкам.
- Вопреки распространенному заблуждению, дети, склонные к агрессии, вовсе не обладают заниженной самооценкой. То же самое относится и к тем, кто вступает в ранние половые связи, склонен к злоупотреблению алкоголем или наркотиками.
- Повышение самооценки отнюдь не всегда способствует успехам в учебе или работе.
- Люди с высокой самооценкой склонны проявлять инициативу и, возможно, счастливее остальных.

критериев. Мы также не стали принимать во внимание утверждение о том, что корреляция между самооценкой и некоторыми поступками означает наличие причинной связи между ними. Если высокая самооценка ведет к положительным результатам, то, вероятно, стоит приложить усилия, чтобы изменить в лучшую сторону представление человека о себе. Но если положительное представление о себе формируется вследствие достигнутых успехов, то повышение самооценки не приведет к положительным результатам. Мы начали нашу работу, длившуюся два года, с того, что познакомились с исследованиями, касающимися связи между самооценкой и академической успеваемостью.

#### Школьные годы чудесные

Вначале мы надеялись, что повышение самооценки позволит учащимся легче овладевать науками и защитит их от комплексов. Первые результаты опытов выявили положительную корреляцию между самооценкой и академической успеваемостью. Однако дальнейшие исследования поставили под сомнение их прямую взаимосвязимость.

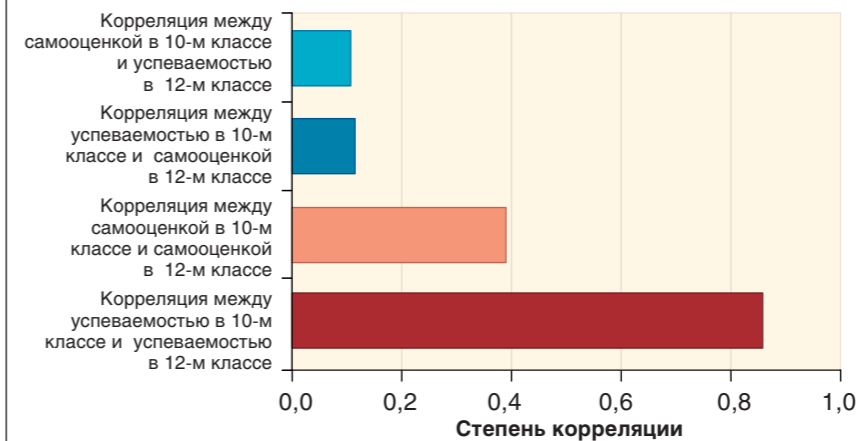
Выводы о наличии причинно-следственной связи можно делать лишь в том случае, если испытуемых исследуют дважды в разное время. В 1986 г. ученые из Университета штата Айовы протестировали более 23 тыс. учеников 10 класса средней школы, а два года спустя, когда дети перешли в 12 класс, опыт повторили. Самооценка десятиклассников лишь в незначительной степени позволяла предсказать, как они будут учиться в последний год. Академическая успеваемость школьников практически не влияла на их мнение о себе. Дальнейшие исследования показали, что повышение самооценки не способствовало улучшению отметок, а в некоторых случаях даже ухудшило успеваемость.

Сходные результаты были получены и при анализе взаимосвязи между степенью уважения к себе у работающих взрослых и результатами их деятельности. Простой поиск корреляций дает некоторые положительные результаты, но не указывает прямо на то, ведет ли позитивное отношение к собственной персоне к успехам в работе или же дела обстоят как раз наоборот. В любом случае четкой взаимосвязи выявлено не было.

Отсутствие влияния самооценки на успехи в учебе или работе могло бы компенсироваться в том случае, если бы самоуверенность помогла человеку в общении. Обычно люди тянутся к самодостаточным, уверенным в себе

#### САМООЦЕНКА И АКАДЕМИЧЕСКАЯ УСПЕВАЕМОСТЬ

Пытаясь проверить, действительно ли успехи в учебе обусловлены высоким самомнением, исследователи опросили тысячи школьников. Корреляция между самооценкой учеников средних классов и их успеваемостью в старших классах оказалась примерно такой же, как и между успехами в учебе в средних и самооценкой в старших классах. В результате трудно понять, где причина, где следствие, а где некий третий фактор, который одновременно обуславливает и высокую самооценку, и отличные оценки.



ИСТОЧНИК: S.M.Pottebaum, T.Z.Keith and S.W.Ehly in Educational Research, Vol. 79, pages 140–144; 1986.



и позитивно настроенным личностям, которые, как правило, убеждены в том, что популярны в коллективе, поэтому хорошо ладят со всеми. Между тем неуверенные в себе люди менее удовлетворены своими взаимоотношениями с обществом, конфликтны, и их стараются избегать. Однако, как показали исследования, проведенные в 1995 г. психологами из Небрасского университета в Линкольне, такие утверждения не отражают реального положения дел. Исследователи попросили 542 девятиклассников назвать самого популярного и самого нелюбимого одноклассника, и оказалось, что результаты никоим образом не соотносились с тем, что думали о себе тот и другой.

В конце 1980-х гг. было обнаружено любопытное противоречие. Самоуверенные студенты были убеждены, что им легко удастся завязывать отношения, оказывать эмоциональную поддержку однокурсникам и разрешать их конфликты. Однако их соседи по общежитию были совершенно иного мнения. По четырем из пяти исследуемых навыков общения корреляция упала почти до нуля. Данные статистики подтвердились только относительно способности испытуемых идти на новые социальные контакты и заводить друзей: уверенные в своей привлекательности люди без стеснения вступают в разговор

с незнакомцами, а личности, относящиеся к себе скептически, стараются воздерживаться от новых знакомств.

Можно предположить, что подобные нюансы могут также влиять на удачливость человека в любви. В 2002 г. ученые из Университета в Буффало пришли к выводу, что люди с низкой самооценкой часто ведут себя так, как будто постоянно опасаются быть отвергнутыми. Тем не менее, как выяснили исследователи, такое поведение не мешает нормальным семейным отношениям. Наоборот, угрозу семейному благополучию представляет повышенное самомнение партнеров. При возникновении проблем или конфликтных ситуаций самовлюбленные люди легче идут на разрыв отношений и начинают поиск нового партнера.

#### Секс, наркотики и рок-н-ролл

А что можно сказать о подростках? Каким образом их самооценка влияет на любовь и в особенности на половую активность? Результаты исследований не подтвердили гипотезу, согласно которой неуверенность в себе побуждает молодежь рано вступать в половые отношения из страха оказаться хуже других. Однако было выявлено, что самоуверенные подростки менее закомплексованы, более склонны к риску и эротическим

**САМООЦЕНКА И ОБЩЕНИЕ**



Исследование, проведенное среди студентов колледжей, выявило реальную связь между самооценкой и успешным общением с другими людьми. Однако соседи по общежитию зачастую совершенно иначе оценивали навыки общения испытуемых: для четырех из пяти пунктов корреляция с самооценкой упала ниже уровня статистической достоверности. Тем не менее, как и следовало ожидать, связь между самооценкой и умением заводить новые знакомства осталась хорошо выраженной.

ИТОЧНИК: D. Buhrmester, W. Furman, M.T. Wittenberg and H.T. Reis in Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 55, pages 991–1008; 1988.

приключениям. Правда, неудачный сексуальный опыт или нежелательная беременность могут серьезно травмировать их и подорвать уверенность в себе.

Психологи долгое время полагали, что самолюбие помогает людям избежать алкогольной и наркозависимости, поскольку считалось, что именно слабые люди ищут утешения подобным образом. Однако данные исследований этого не подтверждают. В 2002 г. ученые из медицинской школы Университета в Отаго в Новой Зеландии обнаружили, что нет никакой связи между самооценкой в возрасте 9–13 лет и алкоголизмом или наркоманией в 15. Даже в тех случаях, когда некая закономерность все же прослеживается, она не выходит за рамки допустимой погрешности. Можно все же установить некоторую зависимость между употреблением наркотиков и низкой самооценкой. Снижение успеваемости может вызвать понижение самооценки, что, в свою очередь, порой приводит к употреблению марихуаны. Однако такая взаимосвязь встречается крайне редко.

Интерпретация результатов изучения пристрастия к алкоголю и наркотиками осложняется и тем, что одни люди приобщаются к ним из любопытства или в поисках необычных ощущений, в то время как другие, погружаясь в иллюзорный

мир дурмана, стремятся уйти от своих проблем. Поэтому никаких безоговорочных утверждений здесь сделать нельзя. То же самое относится и к табакокурению.

Кроме того, многие исследования включают в одну группу как людей со здоровым самоуважением, так и тех, кто лишь пытается продемонстрировать уверенность в себе или страдает нарциссизмом. Неудивительно, что в результате появляются сомнительные или противоречивые результаты.

**Причины агрессии**

На протяжении десятилетий психологи были убеждены, что низкая самооценка — одна из причин агрессии. Некоторые исследователи попытались опровергнуть это утверждение. Проанализировав многочисленные исследования, они пришли к заключению, что человек, осуществляющий преступный замысел, как правило, обладает хорошим или даже завышенным мнением о себе.

Дан Ольвеус (Dan Olweus) из Университета Бергена был в числе первых, кто усомнился в том, что под грубой внешней оболочкой хулигана скрывается страдающая и закомплексованная личность. Он не проводил непосредственных измерений самооценки подобных персонажей,

но заметил, что, согласно самоотчетам, агрессивные дети меньше других страдают от тревожности и вполне уверены в себе. По всей видимости, то же самое относится и к взрослым, склонным к насилию.

Придя к выводу, что высокая самооценка не снижает склонности к асоциальным действиям, не отражается на пристрастии к алкоголю, табаку, наркотикам и сексу и не влияет на успеваемость или профессиональный успех, мы задались целью посмотреть, каким

образом самомнение связано с представлениями о счастье.

Результаты исследований показали, что уверенные в себе люди меньше подвержены депрессии. Был проведен опрос более 13 тыс. студентов, который подтвердил, что высокая самооценка — важнейший фактор, определяющий степень общей удовлетворенности своей жизнью. В 2004 г. психологи из Калифорнийского университета в Риверсайде сообщили результаты другого исследования, в котором участвовало

**ДВА ПИСЬМА**

Как показывает исследование, проведенное в 1999 г. психологами из Университета Содружества Виргинии, попытки повысить самооценку у учащихся и таким образом поднять успеваемость могут привести к обратным результатам. В данном случае испытуемыми стали учащиеся колледжа, слушавшие курс психологии. Неуспевающие студенты были в самом начале эксперимента разделены на две равные группы с примерно одинаковыми оценками. Раз в неделю учащиеся из первой получали по электронной почте

сообщение, целью которого было повысить их самооценку (как в примере, приведенном слева). Вторая группа получала сообщения, которые должны были развивать в них чувство личной ответственности за свою успеваемость (справа). К концу курса средняя оценка у студентов первой группы упала ниже 50%, т.е. стала неудовлетворительной. Средняя оценка у учащихся второй группы составила 62%, что считается хотя и очень плохой, но все же положительной отметкой.

Группа 1

**ОТ ЧЕГО ЗАВИСИТ УСПЕВАЕМОСТЬ?**

Проведенные исследования показывают, что когда студенты получают на руки свои контрольные работы с выставленной оценкой, то часто теряют уверенность в себе, чувствуя себя хуже остальных. Однако другие исследования показывают, что ученики, обладающие высокой самооценкой, не только лучше учатся, но и более уверены в своих силах. Ученые попросили студентов записать, о чем они думали, когда стремились получить хорошие оценки. Те, кто с каждым разом учился все лучше и лучше, думали примерно так:

«Я могу гордиться собой».  
 «Мне это по силам».  
 «Я лучше большинства других учеников этой школы».  
 «Я доволен собой».

Студенты, успеваемость которых не улучшалась, думали так:

«Мне стыдно за себя».  
 «Я не достоин учиться в колледже».  
 «У меня нет никаких способностей».

**ВЫВОД:**  
 Держи голову и свою самооценку выше.

Группа 2

**ОТ ЧЕГО ЗАВИСИТ ХОРОШАЯ ИЛИ ПЛОХАЯ УСПЕВАЕМОСТЬ?**

Проведенные исследования показывают, что, анализируя полученные оценки, студенты часто сваливают плохой результат на влияние внешних обстоятельств. Ход их мыслей примерно таков: «Контрольная была слишком трудной», или «Профессор не разъяснил все как следует», или «Вопросы были чересчур каверзные». Однако результаты других работ показывают, что учащиеся, осознающие собственную личную ответственность за свою успеваемость, не только лучше учатся, но и осознают, что сами могут влиять на результаты своего труда. Ученые попросили студентов записать, о чем они думали, когда стремились получить хорошие оценки. Те, кто с каждым разом достигал все более высоких показателей, думали так:

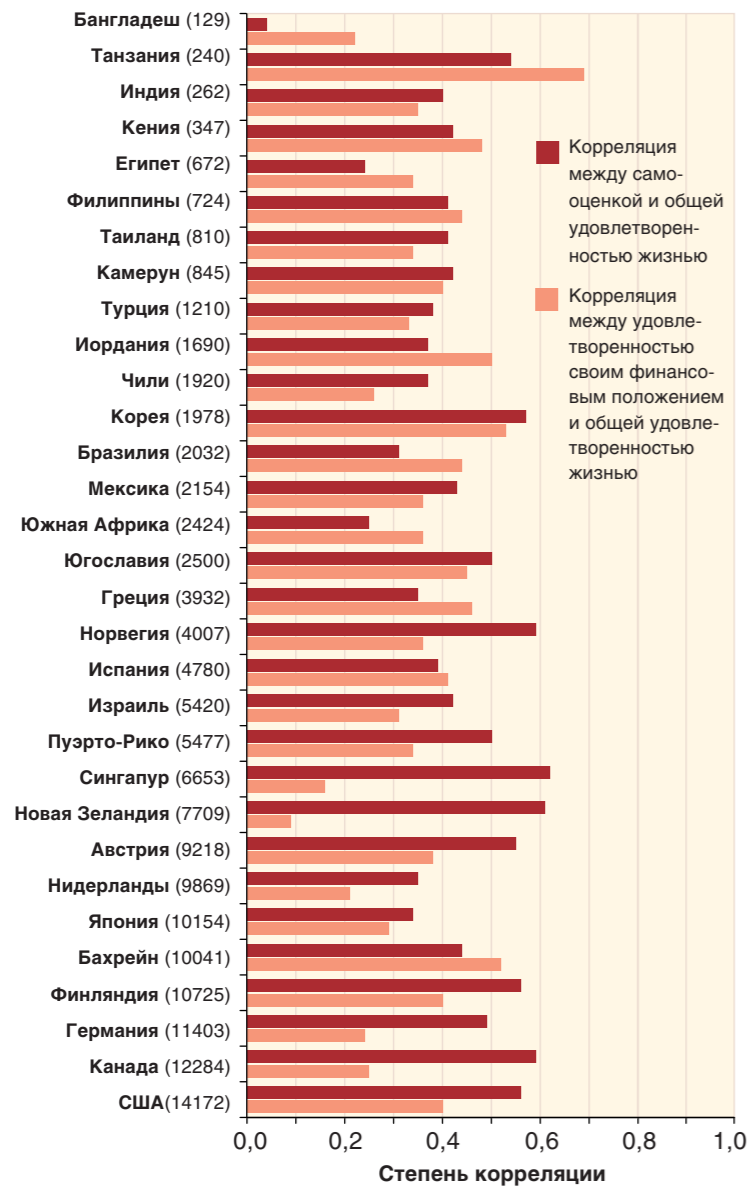
«Мне нужно заниматься еще упорнее».  
 «Я смогу выучить материал, если постараюсь».  
 «Я могу контролировать то, что произойдет со мною на занятиях».  
 «У меня есть все, что требуется».

Студенты, успеваемость которых не улучшалась, думали так:

«Это не моя вина».  
 «Контрольная была слишком трудной».  
 «Я не силен в этом предмете».

**ВЫВОД:**  
 Возьми на себя ответственность за свою успеваемость.

**САМООЦЕНКА И СЧАСТЬЕ**



Во всем мире общая удовлетворенность жизнью идет рука об руку с уровнем самооценки, на что указывает высокая корреляция между ними. Обратите внимание на то, что в большинстве стран общее довольство жизнью коррелирует с самооценкой сильнее, чем с удовлетворенностью своим финансовым положением.



ИСТОЧНИК: E. Diener and M. Diener in Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 68, pages 653–663; 1995.

более 600 человек в возрасте от 51 до 95 лет. И снова оказалось, что самооценка и ощущение счастья оказались тесно взаимосвязанными. Однако прежде чем можно будет с уверенностью сказать, что одно обеспечивает другое, необходимо провести специальные исследования, которые устранят недочеты всех предыдущих.

Во-первых, требуется выявить наличие причинно-следственной связи. Вероятно, человек

с высокой самооценкой склонен считать себя счастливым, но это не было доказано ни одним исследованием. Возможно, успех в профессиональной деятельности, учебе и личном общении одновременно дает и ощущение радости жизни, и хорошее мнение о своей персоне, а неудачи делают человека несчастным и неуверенным в себе. Скорее всего сама склонность индивида к позитивному восприятию мира обеспечивает ему высокую самооценку.

Во-вторых, следует признать, что понятие счастья (как, впрочем, и депрессии) было исследовано в основном путем опросов, и в результате склонность некоторых людей к негативному отношению к окружающим может обусловить как низкую оценку самих себя, так и других аспектов жизни. Действительно, нелегко доказать, что человек на деле куда счастливее (или несчастнее), чем он сам полагает. Очевидно, объективные оценки счастья и депрессии получить трудно, но это не означает, что оценки, данные в самоотчетах, следует принимать безоговорочно.

Должны ли родители, педагоги и врачи любой ценой пытаться поднять самооценку у своих подопечных? В некоторых случаях это весьма полезно, т.к. уверенный в своих силах человек

успешнее противостоит неудачам и хорошо работает в коллективе. А неудовлетворенность собственным имиджем может привести, например, к расстройствам аппетита, в особенности к булимии. Другие взаимосвязи труднее доказать объективно, но в целом мы склонны согласиться с тем, что самооценка и ощущение счастья идут рука об руку.

Однако если возросшее самомнение позволит некоторым людям требовать особого отношения к себе или же эксплуатировать окружающих, это приведет к негативным социальным последствиям.

Таким образом, мы не нашли доказательств того, что завышенная самооценка граждан способна принести какую бы то ни было пользу обществу в целом. ■

(В мире науки, № 4, 2005)





# ИСКУССТВО БОРЬБЫ СО СТРЕССОМ

Елена Соколова

Мы живем в открытом мире, где каждую секунду что-то происходит. Техногенные катастрофы, избыток негативной информации, страх перед неопределенностью порождают стрессовые состояния

**С**трессом мы часто называем состояние крайнего напряжения всех физических и моральных сил, которое испытывает человек в современном мире. Что такое стресс и дистресс? Каковы причины их возникновения? Как влияют техногенные катастрофы, природные катаклизмы, военные конфликты и террористические акты на психику людей? Почему мы столь подвержены стрессам и как им противостоять?

## Стресс и дистресс

В наши дни понятие «стресс» стало модным и распространенным. Именно им мы объясняем свое подавленное состояние, вызванное тяжелой работой, физическим или психическим перенапряжением, семейными проблемами, выходом на пенсию, смертью близкого человека, известиями о катастрофах и т.д. Не только обыватели, но и некоторые ученые склонны отождествлять биологический стресс с сильным эмоциональным напряжением, что в корне неверно, хотя нервное возбуждение и является одним из проявлений стресса.

Стресс не считается нарушением, это вполне естественное состояние, имеющее как позитивный, так и негативный аспекты. Любая ситуация, будь то посещение театра, первый поцелуй, партия в шашки, спортивная победа, способна вызвать стресс, который, однако, не причиняет никакого вреда организму. В современной психологии существуют два понятия: стресс как неспецифическая реакция активации биологических и психических возможностей организма на любое предъявленное ему требование, и дистресс — негативное эмоциональное стрессовое реагирование на ситуации, значительно превышающие адаптационные ресурсы человека.

Боль, страх, утомление, унижение, потеря крови, неожиданный успех, любовь, т.е. все то, что может привести к радикальной смене образа

жизни или устоявшихся представлений, относится к стрессогенным факторам, которые, собственно говоря, и порождают стресс как психофизиологическое состояние.

Говоря о стрессе, мы будем преимущественно иметь в виду дистресс, поскольку он способен нанести реальный вред нашему физическому и психическому здоровью. Ему подвержены, например, авиадиспетчеры, от внимания которых зависят жизни сотен людей, спортсмены, руководители и вкладчики банка, находящегося на грани банкротства, водитель, навстречу которому неожиданно выскакивает автомобиль или пешеход, человек, сидящий у постели безнадежного больного и т.д.

Обстоятельства, вызывающие стресс (стрессоры), провоцируют в организме ответную реакцию на раздражение. Парадоксально, но с точки зрения биохимии не имеет значения, положительные или отрицательные эмоции испытывает человек. Важно лишь то, что организм должен перестроиться и приспособиться к новым обстоятельствам. Так, во время войны женщина получила «похоронку» на своего единственного сына, очень тяжело переживала утрату. Но несколько лет спустя считавшийся погибшим вдруг вошел в дом — и радость вызвала у матери настоящий шок. Таким образом, и горе, и счастье задействовали в организме одни и те же адаптационные механизмы, позволившие ему справиться с потрясением и восстановить внутреннее равновесие.

## Миссия невыполнима?

Современный быстро меняющийся мир предъявляет жесткие требования к адаптационным способностям нашего организма. С этой точки зрения стресс можно расценивать не только как некую реакцию на экстремальные обстоятельства, но и как двигатель прогресса: люди просто

не выжили бы, не будь у них внутренних защитных механизмов, позволяющих приспособляться к обстоятельствам. Если перед человеком вдруг встает трудная или кажущаяся невыполнимой задача, то в ответ на вызов мобилизуются все душевные и физические силы, позволяющие преодолеть преграды.

В экстремальной ситуации в человеке порой просыпаются недюжинные способности: мать, спасающая ребенка, может перевернуть автомобиль, поднять огромное бревно, сдвинуть балку. Известны случаи, когда не обладающие особой физической силой подростки спасали утопающих или вытаскивали из огня взрослых людей, а хрупкие медсестры всю войну выносили с поля боя раненых.

Чаще всего люди совершают подвиги, не отдавая себе в этом отчета. Но иногда мобилизация внутренних ресурсов происходит осознанно: узники концлагерей, например, до конца боролись за жизнь, помогали друг другу, что позволило им в нечеловеческих условиях не только выжить, но и сохранить человеческое достоинство. Другой пример: при кораблекрушении чаще всего спасается тот, кто хватается за последнюю соломинку и не теряет надежды.

Таким образом, стресс — важнейший фактор выживания, дающий человеку силы отвечать на вызовы судьбы, бороться с несправедливостью, искать и не сдаваться. Это позволяет в полной мере ощущать прелесть жизни, радость победы, творческий подъем, что, безусловно, может считаться позитивным компонентом стресса. Но встречаются и «адреналиновые алкоголики»: люди, сознательно (или неосознанно) стремящиеся вновь и вновь испытывать «пьянящие» сильные эмоции, выходить за рамки обыденности. Отсюда — увлечение азартными играми, прыжками с высоты, экстремальным вождением и т.д. Однако погоня за острыми ощущениями может привести к самым печальным последствиям.

Порой люди становятся рабами собственных влечений и сами себе, а заодно и другим создают кризисные ситуации, постоянно существуют на грани стресса.

### Человек познается в... стрессе

К сожалению, экстремальные ситуации — войны, террористические акты, техногенные и природные катастрофы — стали в определенном смысле явлением обыденной жизни. Они порождают онтологическую тревогу, иными словами — беспокойство, подспудный страх.

Но в одних и тех же стрессогенных обстоятельствах люди различаются индивидуальными особенностями сенситивности и форм проявления стрессовых реакций. То, что для одного неприятность, для другого — трагедия. Один, узнав о беде, зарыдает, станет заламывать руки, кричать, а другой сохранит спокойствие, будет выглядеть даже равнодушным, постарается скрыть свои эмоции от окружающих и поддержать, успокоить тех, кто в этом нуждается. Получив радостную весть, кто-то проявит бурную радость, будет смеяться, хлопать в ладоши, кричать «ура» и прыгать как ребенок, кто-то лишь сдержанно улыбнется, а третий прольет счастливые слезы. В экстремальных ситуациях одни люди способны собраться, проанализировать, трезво оценить сложившуюся ситуацию и начать действовать сообразно обстоятельствам, а другие теряются и впадают в панику.

Некоторые люди оказываются более «стрессоустойчивыми», но не бесчувственными, другие легко поддаются под власть обстоятельств. К первым чаще всего относятся те, кто уже оказывался в сложных ситуациях и благополучно вышли из них. На их стороне — надежда, опыт, а значит, и уверенность в том, что они все смогут преодолеть. Люди второй категории более ранимы и зависимы от внешних обстоятельств. Неудачи, крушение надежд и иллюзий выбивают у них почву из-под ног. Они более других нуждаются в помощи и поддержке.

В критических ситуациях ярче всего проявляются как лучшие, так и худшие человеческие качества. Случается, что даже близкие люди ведут себя недостойно и предают именно тогда, когда нам не на кого опереться. Подобные разочарования, наступающие человека в самые тяжелые минуты его жизни, всегда болезненны, но и их необходимо пережить. Более того, из собственных страданий следует извлечь урок, чтобы, опираясь на свой печальный опыт, попытаться изменить к лучшему самого себя или пересмотреть свое отношение к миру.

Человек меняется и развивается вплоть до глубокой старости, причем ход этой эволюции во многом зависит от него самого. С возрастом приходят и понимание самого себя и других, и снисходительность, и мудрость. Конечно, в том случае, когда человек сумел достойно пройти свой жизненный путь. Однако бывает и негативное восприятие собственной жизни, и тогда человек превращается в сварливого, вздорного и жадного старика.



### Слабое звено

Наиболее существенные различия мировосприятия связаны с возрастом. Особенно уязвимы дети и пожилые люди. Но и здесь нужно иметь в виду широкий спектр индивидуальных различий в восприятии жизненных ценностей и в защитных адаптационных механизмах. Принято считать, что пожилые люди болезненно реагируют на смерть как таковую, поскольку это неизменно напоминает о завершении их собственного существования. Но встречаются примеры и совсем иного рода. Кто-то спрячет страх смерти под маску защитного равнодушия, цинизма и даже злорадства: «Пусть он умер, но я-то жив!» Больной, беспомощный, одинокий, лишившейся всего того, что когда-то составляло смысл жизни, может желать смерти как избавления от невыносимых страданий. Писатель Ромен Гари (он же Эмиль Ажар), герой Второй мировой войны, получивший орден Почетного легиона из рук самого де Голля, дважды лауреат Гонкуровской премии, покончил жизнь самоубийством именно тогда, когда, казалось бы, достиг чуть ли не совершенства. Так и герой его автобиографического романа «Обещание на рассвете», выполнив завещанное матерью и исполнив сыновний долг, уходит в море-океан, вечный символ покоя, безбрежной материнской любви и смерти.

Осознание конечности бытия и принятие смерти приходит довольно поздно, вместе с жизненным опытом, вместе с особым, немногим доступным смирением и всепрощающей мудростью. Так полагала старуха Анна из «Последнего срока» Валентина Распутина: «Неправда, что на всех людей одна смерть — костлявая как скелет, злая старуха с косою за плечами. Старуха верила, что у каждого человека своя собственная смерть, созданная по его образу и подобию».

Для детей же смерти как понятия не существует. Но они глубоко переживают крах своих представлений о мире, резкое изменение привычного течения жизни. В идеале картина детского мира проста и отмечена позитивными знаковыми ориентирами: мама — самая красивая и добрая, папа — самый сильный и смелый, бабушка — самый справедливый и мудрый, бабушка — самая заботливая и любящая, младшая сестра — беззащитная и ранимая и т.д. Ребенок склонен идеализировать и преувеличивать. Созданный его воображением и страстным желанием теплый детский мирок рождает чувство защищенности и уверенности. Но порой наступает момент, когда младенческие представления о жизни рушатся — например, когда отец уходит в другую семью. Для ребенка это подобно землетрясению в масштабах семьи. Такое событие может стать первым серьезным стрессом для маленького человека, крушением основ его мироздания и утратой ценностных ориентиров, которые ассоциируются прежде всего с родными. Разрыв между родителями очень глубоко переживается детьми и подростками, потому что разрушает стабильную и ясную картину мира, ставит под сомнение незыблемость самих основ их эмоциональных связей с другими и собственной самооценки: «Значит, я глубоко ошибался в самых близких людях, они оказались совсем другими — значит, впредь никому нельзя доверять!»

Страдание ребенка выражается своеобразно, почти бессловесно. В лексиконе и опыте малыша просто не хватает слов, которыми он может выразить весь тот ужас, который испытывает. Внимательные родители по ряду признаков могут понять, насколько сильны страдания их чада. Его душевное состояние часто принимает формы чисто физиологических нарушений и недомоганий: болит животик, поднимается температура, ребенок вдруг перестает самостоятельно есть и одеваться, становится рассеян, раздражителен, плаксив. Малыш буквально заболевает. Таким образом у него проявляются





непосредственные острые состояния стресса на соматическом уровне, как будто он нам, взрослым, жалуется языком своего тела.

Если человеку не помочь вовремя, последствия пережитого могут оказаться очень серьезными. Как ребенку, так и взрослому необходима поддержка близких, чтобы вместе пережить то горе, страх, трагедию, утрату, которые выпали на его долю, или помощь специалистов. Иногда требуются не только специальные психотерапевтические методики, но и лекарственная терапия (См. ст.: Марк Солмс «Фрейд возвращается». С. 137). Однако на определенном этапе стресса вовремя сказанное доброе слово может оказаться важнее любых пилюль.

### Разгул стихий

Мы живем в открытом мире, где каждую секунду что-то происходит. Сегодня средства массовой информации мгновенно разносят по свету вести о страшных и зловещих событиях, будь то война в Ираке, авиакатастрофы, гибель астронавтов, ураганы, землетрясения, техногенные катастрофы и т.д.

Потоки обрушивающейся на людей негативной информации, постоянное ожидание чего-то ужасного, страх перед неопределенностью порождают стрессовые состояния.

Разумеется, трагедии с многочисленными жертвами случались во все времена. Однако тогда информация не распространялась столь стремительно, как сегодня. Впрочем, бывали катастрофы, столь потрясшие мир, что память о них пережила века и стала неким символом бедствия. Таково извержение Везувия, погубившего Помпею в 79 г. н.э., страшное землетрясение 1908 г., разрушившее в Италии Мессину и еще 25 городов, ставшая легендой гибель «Титаника».

Природные катаклизмы, конечно, не всегда воспринимаются как трагедия. Например, если замерз водопровод, мы считаем, что произошла авария местного масштаба, а вот снежные заносы способны парализовать жизнь целого города, остановить движение по автострадам и работу аэропорта. Многие люди в таких ситуациях чувствуют себя отрезанными от цивилизации, беспомощными и брошенными на произвол судьбы. Подобное восприятие действительности нашло свое отражение в современном искусстве, скажем, в романе Артура Хейли «Аэропорт», по которому был снят одноименный фильм, или в советской киноленте «Экипаж».

Однако на самом деле сейчас мы гораздо надежнее защищены от капризов погоды, чем люди

прошлых веков. Несколько сотен лет назад человек был более тесно связан с природой, его жизнь во многом зависела от того, выпадет ли дождь, град, снег, будет ли засуха и т.д., он был беззащитен перед стихиями, но воспринимал их как данность и неизбежное зло. Наши предки гораздо проще относились к слякоти, ливню или снегопаду, которые не могли помешать им выйти на улицу, т.к. в противном случае они рисковали остаться без еды, воды, тепла. А о стихийных бедствиях, происходивших на другом конце Земли, никто не знал. Более того, разгул стихий воспринимался как божья кара, т.е. нечто не только неизбежное, но как наказание за некие грехи, которое должно претерпеть со смирением и страданием очиститься. С точки зрения современной психологии это был весьма мудрый подход: если не можешь изменить обстоятельства, измени свое отношение к ним.

### Все автоматизировано!

Индустриальное общество, в котором мы живем, со всеми атрибутами цивилизации — автомобилями, самолетами, водопроводом, электричеством, информационными технологиями, телефоном, автоматизацией домашнего труда, разветвленной сетью супермаркетов — порождает иллюзорное ощущение защищенности от любых невзгод, в том числе и бытовых. Но что будет, если механизм сломается, не сработает? Что произойдет, если вирусы проникнут в компьютерные сети и парализуют работу банков? Вдруг произойдет сбой энергоснабжения? Множество хитроумных машин освобождают человека от стирки, готовки, облегчают глажку, уборку, робототехника вторгается в наш быт и делает его комфортным. Мы привыкли жить со всеми удобствами, поэтому поломка стиральной машины или сгоревший в микроволновой печи ужин могут вызвать настоящий стресс. Что же говорить о более серьезных авариях! Современный человек совершенно разучился делать что-то самостоятельно и чувствует себя абсолютно беспомощным, когда привычные бытовые приборы вдруг отказывают. Страх оказаться в зависимости от механизмов тоже может приобретать гипертрофированные формы. Такое противоречие между современным уровнем технического развития и особенностями его психологического восприятия отдельными людьми находит отражение в кинематографе последних лет. Одним из самых ярких примеров стал фильм «Терминатор-3. Восстание машин» режиссера Джонатана Мостоу.

### Одни дома

Похоже, современного человека стресс подстерегает на каждом шагу. Казалось бы, переселение в новый дом — что может быть приятнее? Но, как гласит народная мудрость, переезд и ремонт равносильны стихийному бедствию. После того как волнения, связанные с самим переездом, остались позади, новая удобная квартира должна радовать новосела. Однако здесь кроется новая причина стресса: изменение привычного уклада жизни и окружения может вызвать непредсказуемые реакции. Сегодня каждый район Москвы похож на небольшой город, поэтому перемещение в другой район или переселение из пятиэтажки в большой многоквартирный дом может кардинально изменить образ жизни человека.

Уходящие в прошлое старые дворы с их палисадниками, бабушками на скамеечках, наблюдающими за жизнью соседей, старичками, играющими в домино и шашки и обсуждающими последние новости, детьми в песочнице, подростками с гитарами, собачниками стали олицетворением определенного уклада жизни. Все это походило на своеобразный клуб по интересам, членом которого мог стать каждый. Для пожилых людей подобное времяпрепровождение было зачастую единственным способом общения, возможностью чувствовать себя в гуще событий.

Жители новых огромных многоэтажных комплексов, как правило, остаются чужими друг другу, даже соседи по лестничной клетке зачастую не знакомы. Раньше даже в коммунальных квартирах, несмотря на неудобства и ужасающие бытовые условия, люди чувствовали себя гораздо сплоченнее. Многие пожилые люди почти с ностальгией вспоминают те времена, когда жили тесно, скудно, но, по их воспоминаниям, дружно и весело (скандалы на коммунальных кухнях были своего рода правилом игры и чуть ли не развлечением). Разумеется, ощущение причастности к некоему социуму было иллюзорным, однако давало вполне реальное чувство тыла, защищенности. Сегодня, в эпоху расцвета индивидуализма, человек остается один на один со своими бедами. Проблема одиночества в большом городе становится все более актуальной и нередко оборачивается серьезным стрессом. Особенно страдают от одиночества старики.

### Изнанка прогресса

Жесткий ритм и нестабильность, индустриализация общества и жизнь в мегаполисах

провоцируют постоянный стресс и желание спрятаться от него. Впрочем, неприятие прогресса — не новость. Вспомните Обломова, который «проснулся» в новом, чуждом ему рациональном мире, где ему стало неуютно, и залег на диван. Современному человеку тоже свойственно подобное бегство от действительности, которое принимает самые разнообразные формы. Одни погружаются в виртуальный, другие — в подводный мир, модный в последние годы экотуризм и поддаются стремлению провести отпуск на далеких островах, куда не ступала нога человека. Все это попытки вернуть себе душевное равновесие. Но не у каждого есть возможность и желание замкнуться в своем мирке. Современному человеку приходится ждать подвоха даже там, где его быть не должно. Так, возможность путешествовать, видеть мир — безусловное благо. Но необходимость часто и ненадолго переезжать из страны в страну, связанная чаще всего с работой или обучением за границей, требует всякий раз приспособляться к различным часовым поясам, обычаям, языкам, особенностям кухни и т.д. В результате состояние человека дестабилизируется, у него появляется ощущение, что он вырван с корнем из родной почвы, стал бездомным и никому не нужным, затерялся в огромном бездушном пространстве.

### Жертва благополучия

Как ни странно, удовлетворение желаний, богатство возможностей, успех все же не делают людей счастливыми. На определенном этапе они становятся заложниками собственного благополучия. Человек, считающий себя успешным и состоявшимся как личность, хочет добра и своим близким. Но такое стремление нередко принимает лишь внешние формы, лишая внутреннего наполнения, тепла и искренности. Одни стремятся во что бы то ни стало улучшить качество жизни своих родных, не спрашивая их собственного мнения, не сомневаясь, что им одним ведома непреложная формула счастья. Другие сводят свои благодеяния к обеспечению чисто внешнего благополучия. Обе ситуации чреватые для всех участников нешуточными стрессами. Серьезными нарушениями грозит и погоня за успехом, причем страдает не только физическое и психическое здоровье человека, но и семейная жизнь. Последнее время постоянными клиентами психологов и психотерапевтов все чаще становятся бизнесмены, менеджеры высшего звена, а также их жены.

### Помоги себе сам

Когда происходят драматические события, на место трагедии выезжают врачи, психологи, психотерапевты, социальные работники, призванные оказать экстренную помощь пострадавшим, многие из которых находятся в критическом состоянии. Однако что делать, пока помощь еще не пришла?

Практически каждый человек в состоянии самостоятельно забинтовать порезанный палец, точно так же человек, оказавшись в критической ситуации, должен уметь оказать себе «скорую психотерапевтическую помощь».

Первое, что необходимо предпринять в любой нестандартной ситуации, — приказать себе успокоиться и проанализировать положение. Конечно, все зависит от конкретных обстоятельств. Так, в самолете непременно инструктируют: «В случае разгерметизации сначала наденьте маску на себя, а потом на ребенка». Казалось бы, логичнее сначала позаботиться о самых беспомощных, а затем о более выносливых. На самом деле все очень



разумно: если взрослый потеряет сознание, то ребенка уже никто не спасет.

Оказавшись под завалом, нужно оценить обстановку. Если рука или нога зажаты, можно попробовать высвободиться, но если это невозможно, лучше не делать лишних движений, сохранять силы, не паниковать, ждать помощи, не позволяя себе отчаиваться. Кроме того, следует обратить внимание на окружающих. Осознание того, что ты не одинок и что вокруг есть люди, может оказать мощную психологическую поддержку. Общая боль может и должна объединить пострадавших.

Особенно тяжело переживают кризисные ситуации индивидуалисты, которые считают, что они одни на свете, полагаться должны только на себя и никто им не поможет. Но однажды они обнаруживают, что их окружают люди, которые находятся в таком же положении и готовы протянуть руку помощи. И тогда, возможно, произойдет чудо — человек не раздумывая, а всем своим существом внезапно почувствует: «Я не один, я рядом с другими, они — рядом со мной, мы обязательно поможем друг другу!» Просыпается желание не только спасти себя, но и поддержать собратьев по несчастью. Это уже не паника, не апатия безнадежности, а основанное на трезвой оценке ситуации, активно конструктивное и сочувственно кооперативное отношение к чрезвычайной ситуации.

Драматичность стрессовых состояний в том, что одних они мобилизуют, а других деморализуют. Самое страшное проявление стресса — всеобщая паника, которая как цепная реакция передается от человека к человеку и мешает действовать рационально. Альтернатива панике — целеустремленное и разумное оказание помощи себе и другим. Когда человек выходит за пределы собственного страдания и стремится облегчить судьбу других, он тем самым преодолевает собственные боль, страх и стресс.

### Преодолеть стресс

После взрывов в метро, обвала в аквапарке некоторые люди стараются реже выходить из дома, боятся ездить в общественном транспорте и находиться в местах скопления народа. В метро они испытывают беспричинный страх, удушье, теряются, пребывают на грани обморока. Такое состояние может быть связано с вегето-сосудистой дистонией, но чаще оно возникает как реакция на страх, пусть даже необоснованный. В такой ситуации необходимо оглянуться на окружающих, которые ведут себя спокойно



и адекватно, подумать, чем вызвано недомогание. Если есть опыт преодоления подобных ситуаций, им надо воспользоваться. Если нет, соберитесь с силами и скажите себе: «Я не позволю себе потерять сознание, все нормально, я хорошо себя чувствую, и мне ничего не угрожает. Сейчас сделаю вдох, выдох» и т.д. Дурнота и вправду отступает. Когда человеку кажется, что он находится во власти болезненных эмоций, надо последовать простому житейскому правилу и сосчитать до десяти — это поможет переключить внимание и вернуть способность трезво мыслить.

Преодолеть стресс сразу после трагедии нередко помогает арт-терапия — один из видов лечения посредством творческого самовыражения, дающего возможность выплеснуть эмоции. Такой прием оказывается действенным, когда человек еще не в состоянии связно говорить, но может, например, рисовать. Например, после катастрофы в метро к психологу обратилась женщина, ставшая свидетелем трагедии. Сама она не пострадала, но ей необходимо было выговориться, объяснить и понять, что произошло, осознать,

почему она так сильно мучается. Ее речь была нечленораздельна, мысли путались. В таких случаях специалисты рекомендуют попробовать говорить на других языках, если пациент владеет ими, или нарисовать свое состояние. В ходе бесед с психологом человек, попавший в беду, рисует, и от картинке к картинке начинает меняться колорит, от беспредметных, но эмоционально насыщенных образов, передающих стрессовое состояние, пациент переходит к условно предметным, спокойным изображениям. Постепенно человек начинает осознавать, что именно с ним произошло и как жить дальше. Практика показывает, что люди с посттравматическими стрессовыми расстройствами, как правило, нуждаются в наблюдении специалистов, а нередко и в продолжительной комплексной психотерапевтической помощи с применением методов когнитивной психотерапии и психоанализа.

Люди воспринимают стресс по-разному. Если одних психотравмирующий опыт душевно закаляет, других, напротив, разрушает. Одним из таких последствий может стать своего рода «пожизненная виктимность». Последнее очень опасно: ощутив себя жертвой насилия, человек нередко снова и снова попадает в похожие ситуации, а устав быть жертвой, нередко превращается в безжалостного мстителя, начинает проявлять агрессию.

Дети требуют особого подхода. Маленькие жертвы физического или сексуального насилия часто впадают в ступор. Чтобы им помочь, их ненавязчиво вовлекают в спонтанные действия, включающие раскрепощающие движения, — танцы, рисование, чтобы они могли невербально языком тела выразить свои горе, страх, страдание посредством постепенной гармонизации движений, а не разрушительных актов, таких как битье посуды, драки и т.д. Некоторые люди, стремясь выразить свое внутреннее состояние, начинают писать стихи. Как физическое движение, так и творческие порывы становятся важным противодействием стрессу.

Если вовремя и правильно не снять последствия стресса, в дальнейшем это может отразиться на психическом и физическом состоянии человека, привести к устойчивым деформациям психики. В последние десятилетия в психологии и психиатрии появился специальный термин для обозначения комплекса душевных расстройств и физических недомоганий, связанных с последствиями перенесенной психологической травмы, — «синдром выжившего» или

посттравматический стрессовый синдром. Впервые термин стали применять при работе с американскими солдатами с вьетнамским синдромом. Потом оказалось, что сходные расстройства отмечаются у многих людей, оказывавшихся в чрезвычайных обстоятельствах. Это и чернобыльские ликвидаторы, и вынужденные мигранты, и мирные граждане, живущие в зоне военных конфликтов.

Сейчас уже точно известно, что необходима активная терапия и предупреждение стрессовых посттравматических расстройств, часто имеющих скрытую форму и выражающихся в виде физических недомоганий и болезней, которые становятся отражением психического состояния. Постоянная подавленность, невозможность избавиться от мыслей об увиденном и пережитом, рассеянные головные и сердечные боли, фобии, ночные кошмары — все это может быть последствиями неизжитого стресса.

Психика человека сложна и тесно связана с его душевным и физическим состоянием. С одной стороны, удары судьбы провоцируют стресс, мобилизуя внутренние резервы души и тела человека. С другой — они показывают предел его возможностей, перешагивать который опасно.

### Очищающая сила искусства

Опыт одного человека крайне ограничен, но существуют культура, традиции, ритуалы, обряды, помогающие человеку, с одной стороны, легче пережить горе, отвлекающие его внимание от трагических событий и заставляющие сосредоточиться на конкретных задачах (например, поминки). С другой стороны — определенные ритуалы, сложившиеся веками, передают опыт предыдущих поколений, и человек, следуя им, знает, как себя вести в конкретной ситуации. Кроме того, великое искусство может подсказать, как реагировать в том или ином случае, представив некий образ и обстоятельства жизни вымышленных персонажей. Недаром говорят, что искусство выдумывает правду по аналогии (кстати, психиатры и психологи многое черпают из литературы и живописи).

Роль искусства как общественного явления состоит в том, чтобы провести человека через катарсис. Литература, музыка, живопись, скульптура раскрывают многие тайны человеческой души, показывают нам человеческие страсти и пороки, душевные метания и раздирающие страсти, мучительные сомнения и путь к свершениям, горькие разочарования и трагические утраты. Выдающиеся художники и писатели умеют необычайно

точно и доступно выразить сокровенные движения человеческой души. Читатель, зритель, пройдя через хитросплетения судеб героев, опосредованно пережив страдания, которые выпали на их долю, проходит через процесс очищения. И опыт вымышленного персонажа становится его собственным эмоциональным опытом. Добрый и прекрасный в своей простоте и назидательности фильм «Форрест Гамп» режиссера Роберта Земекиса с Томом Хэнксом в главной роли потряс многих, показав, на что способен человек в экстремальных ситуациях. Захватывающая, глубокая, тонкая, добрая и трогательная история рассказана от лица главного героя Форреста Гампа, которого наверняка отправили бы в «лесную школу» для дебилов, если бы не самоотверженность его матери, сделавшей для своего ребенка все возможное и невозможное.

Форрест был калекой, ходил с помощью специальных подпорок на ногах. Но однажды он попал в безвыходную ситуацию, которая должна была закончиться его гибелью. В состоянии сильнейшего стресса, на пределе возможностей, спасаясь от насильников, он вдруг побежал. И оказалось, что он может бегать очень быстро, что повлияло на всю его дальнейшую жизнь. С тех пор ему во всем сопутствовал успех. Психологическое раскрепощение героя достигается за счет преодоления внешних трудностей и собственных несовершенств и недостатков. Фильм показывает, что любые трудности преодолимы, и заставляет по-новому взглянуть на тех людей, от которых в повседневной жизни мы стараемся откеститься или просто не замечать, чтобы не расстраиваться и не испытывать неловкость.

Говоря о произведениях искусства, хочется обратить внимание на книгу Павла Санаева «Похороните меня за плинтусом», исповедальную повесть Рубена Гальего «Белое на черном», роман Питера Хега «Условно пригодные». Все эти глубоко трагические и светлые произведения ненавязчиво учат сопереживать чужому страданию, «прыгать через лужи» и несут огромный психотерапевтический потенциал.

Стресс постоянно сопутствует нам, поэтому мы должны отдавать себе отчет в тех факторах, которые способны его вызвать, и уметь контролировать собственное душевное состояние и поведение. Человек должен помнить, что он не один в этом мире. Как великие произведения искусства, так и экстремальные ситуации помогают нам понять самих себя и помочь тем, кто нуждается в поддержке. ■

(В мире науки, № 10, 2004)



# НАУКА О ЧЕЛОВЕЧЕСТВЕ

## IV

В отличие от знания, образованности и информированности мудрость есть способность принимать и усваивать опыт жизни предыдущих поколений, без чего невозможно развитие науки и культуры, а значит, и цивилизации.

*Виктор Садовничий*





# ПУТЬ МУДРЕЦА

Виктор Садовничий

В отличие от знания, образованности, информированности мудрость есть способность принимать и усваивать опыт жизни предыдущих поколений, без чего невозможно развитие науки и культуры, а значит, и цивилизации

Со времен античности и до наших дней философская мысль в той или иной мере определяла пути развития культуры и социума, однако до недавнего времени она была скорее камерным феноменом, уделом немногих избранных, властителей дум. И только на рубеже XX–XXI вв. философия «вышла на публику», стала одним из важнейших факторов, формирующих общественное сознание.

Рост ее влияния на жизнь и мировоззрение людей связан с целым рядом процессов. Прежде всего — с глобальной интеграцией, охватившей все сферы человеческой деятельности. Очевидно, что без философского взгляда на мир невозможно наладить диалог различных культур и разрешить конфликты. С другой стороны, эта область научного знания необходима для осмысления достижений фундаментальной науки и тех проблем, с которыми сталкиваются квантовая механика, общая теория относительности, нейрофизиология и другие дисциплины.

Сегодня чрезвычайно важно определить статус научного знания в современном мире, его отношение к мудрости и различным вненаучным формам взаимоотношений человека и мира.

## О мудрости

Для античного мыслителя мудрость — идеал знания. Само слово «философия» переводится как любовь к мудрости, «любомудрие». Известный французский историк античной философии и культуры Пьер Адо писал, что в древнем мире мудрость рассматривалась как способ бытия, как состояние человека, существующего совершенно иначе, нежели остальные люди. А смысл философии — упражнение в мудрости, которое заключается не только в том, чтобы говорить и рассуждать, но и в том, чтобы определенным образом действовать, смотреть на мир. Однако, как считает русский философ, заслуженный профессор МГУ Г.Г. Майоров, непосредственное отношение человека к окружающему, свойственное

античным мудрецам, в наше время утеряно. Наука, соблазнив человека иллюзией всемогущества, привела его к отчуждению от природы, от самого себя и себе подобных.

Между тем истинная мудрость немислима без этического аспекта, предполагающего связь человека с целым и целостность его собственного духовного опыта. Один из крупнейших философов науки XX столетия А. Уайтхед писал, что «интеллектуальная деятельность расцветает за счет Мудрости. До определенной степени понимание есть исключение причин противоречий в интеллекте. Но Мудрость стремится к более глубокому пониманию, для которого важны и пробелы в системах понятий. Эти три составляющих духа — Инстинкт, Интеллект, Мудрость — не могут быть оторваны друг от друга. Здесь целое как бы проявляется в своих частях, а части возникают из целого». Знанию противостоит незнание, а мудрости — глупость, которая подчас оказывается оборотной стороной невежественного всезнайства. Но в глазах толпы и наивность гения подчас выглядит глупостью.

Для русской философии мудрость всегда имела особый смысл, ее одухотворяла не только свойственная нашему менталитету рефлексия и обращение к различным формам научного знания, но и живой религиозный мистический опыт, переживание присутствия в мире божественной Мудрости — Софии. В отечественной философии существовало целое направление, именуемое софиологией, почти все его представители были профессорами и приват-доцентами Московского университета — это и В.С. Соловьев, и братья С. и Е. Трубецкие, и С.Н. Булгаков, и А.Ф. Лосев. У них были, однако, и оппоненты. Так, профессор Московского университета Г.Г. Шпет видел в мудрости лишь одну из разновидностей псевдофилософии, далекой от рефлексии и чистого знания. По его мнению, мудрость более свойственна восточной, нежели западной культуре.

Надо сказать, что понятия «знание» и «мудрость» не обуславливают друг друга. Первое по сути своей тяготеет скорее к рациональным понятиям и допускает количественные и качественные оценки, а мудрость ближе к моральным, нравственным, житейским категориям и не подлежит измерению. И впрямь — как измерить мудрость? Можно сравнить двух знатоков (хотя и достаточно условно), поскольку имеются некие критерии знания, но эталона мудрости просто не существует.

### О знании

Мудрость являет собой опыт многих поколений, накопленный и проверенный веками и тысячелетиями. Однако истинных мудрецов за всю историю человечества было не так много, ибо большинство даже очень умных людей вовсе не стремится к философскому осмыслению бытия, довольствуясь насущными задачами повседневности.

Человеку, однако, свойственен «инстинкт познания», поскольку именно таков путь развития и залог благополучия и защищенности. Постигая новое, люди приобретали опыт, на который опирались в повседневной жизни, передавали его из поколения в поколение, что позволяло обеспечить более комфортное и безопасное существование. В конце концов естественное любопытство и практические интересы породили науку.

В настоящее время она разветвилась на сотни направлений, человек многое узнал об окружающем мире и о самом себе, однако на большинство важных вопросов ответа до сих пор нет. И самой трудной задачей оказалось познание самого себя. Внутреннее «я» человека, мотивации его поведения остаются величайшей загадкой природы, мы по сей день не знаем, есть ли у человека душа и что представляет собой его сознание, разум.

**АВГУСТИН** учил, что между мудростью, которая обретает знание в свете вещей божественных, и знанием, которое добывается в сумерках сотворенных вещей, существует отношение иерархии; знание есть благо и достойно любви, но оно не превышает мудрости. В интерпретации французского философа **ЖАКА МАРИТЕНА** знание, если не по своей природе, то, по крайней мере, по своей динамике и отношению к жизни человека принадлежит к категории полезного, а мудрость — к сфере плодотворного.

### Моральный аспект знания

Производство знаний — процесс бесконечный. Вряд ли когда-либо наступят времена, и мы получим ключ ко всем тайнам, разрешение одних загадок будет неизменно ставить перед учеными все новые и новые. Но существует ли «чистое знание», стоящее вне добра и зла?

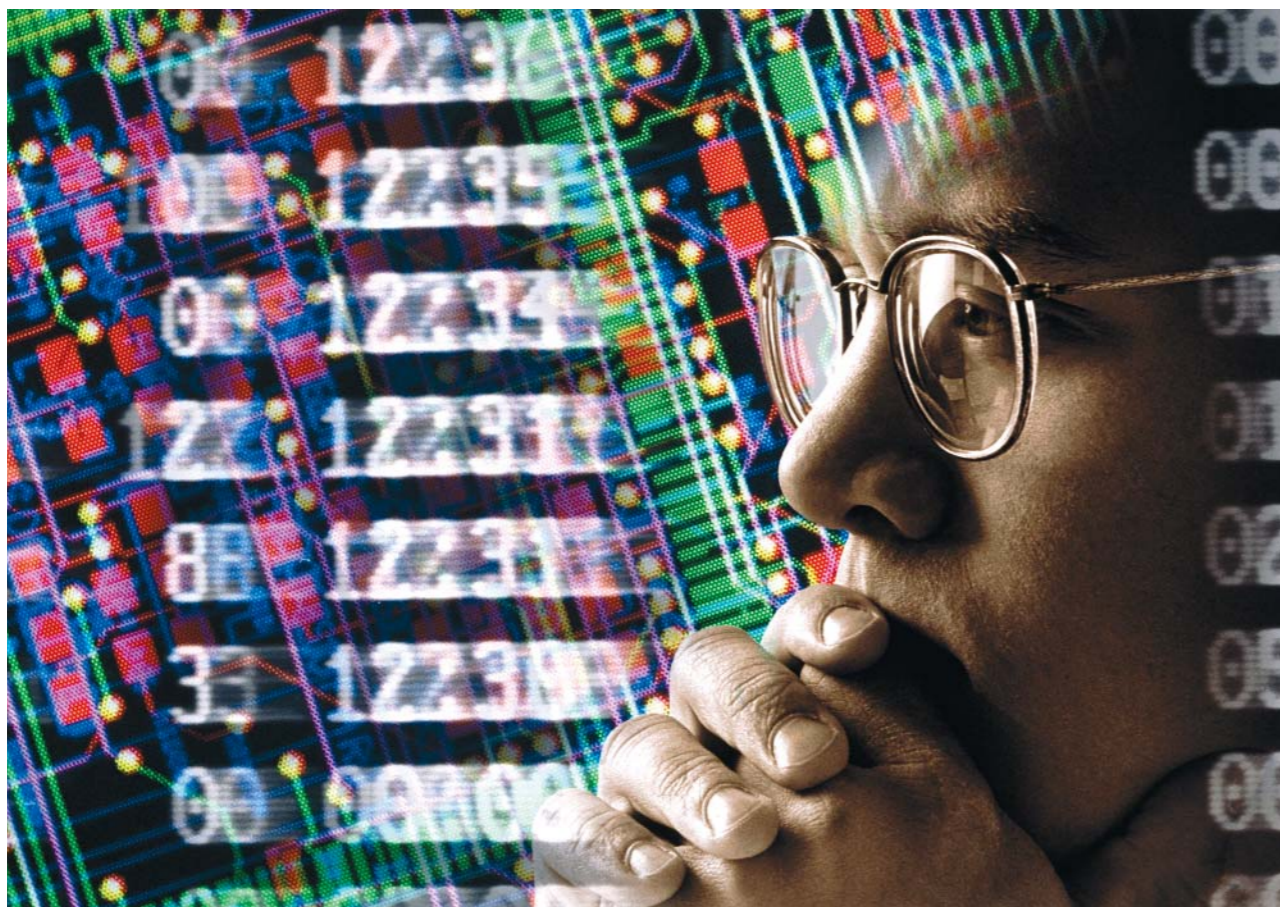
На протяжении всей истории становления и развития науки одни ее достижения используются во вред, другие — на пользу человеку. Общеизвестна история создания и применения ядерного, химического, биологического оружия, ставшего причиной гибели миллионов. Таков пример аморального использования научного знания. Но другие открытия ученых помогают спасти жизни — так, внедрение методов генной инженерии в сельское хозяйство позволило частично решить продовольственную проблему, чего невозможно было достичь обычными путями. Медицина также переходит на принципиально новый уровень.

Однако новые открытия ставят и новые проблемы, в том числе и морально-этического свойства. На заре атомной физики человеку казалось, что он может выступать в роли наблюдателя, который стоит вне исследуемой им и подвергающейся его воздействию Природы. Вскоре, когда стало ясно, что радиоактивное излучение смертельно опасно, пришло понимание, что человек не может отойти от природы на почтительное расстояние и отстраненно лицезреть происходящее, оставаясь вне зоны досягаемости. Но, осознав в той или иной мере свою неотделимость от природы, он все же думает, что может защититься от нежелательных последствий своих манипуляций. Однако, например, генная инженерия, т.е. прямое и ничем не контролируемое вмешательство в эволюцию живой материи, такой возможности, пусть даже косвенной, человеку не оставляет. Сегодня никто не может даже приблизительно оценить те последствия, которые повлечет за собой размножение искусственно созданной живой материи. Таким образом, наука приобрела качественно новое, до сих пор неизвестное моральное измерение.

### О цивилизационном развитии

Вмешательство в эволюцию живого — не единственное неизвестное в сложном уравнении будущего цивилизации. Не менее трудно предугадать развитие другого ключевого процесса, связанного с глобализацией и на глазах меняющего картину мира, — речь идет об информатизации. В конце XX столетия, когда заговорили о создании





единого мирового информационного пространства, знания стали использоваться для наращивания экономической мощи. Появились «ноу-хау» — научные тайны, которые тщательно охраняются корпорациями и государством и зачастую направлены на достижение превосходства над другими народами. События последних лет наглядно демонстрируют, как, обладая высокими технологиями, сильные державы подавляют более слабые, навязывая им свою волю. Для подобных действий уже изобретен свой термин — «гуманитарная интервенция».

Изобретение и внедрение компьютерных технологий, несомненно, отразилось на жизни общества, однако не следует думать, что информационная революция приведет к скорой смене цивилизационного развития. Причина чисто экономическая и даже энергетическая: дело в том, что в ближайшие 50–70 лет основным источником получения необходимой энергии по-прежнему будут невозобновляемые естественные ресурсы — нефть, газ и уголь. Какими бы хитроумными электронными системами управления ни был оснащен автомобиль, самолет или океанский лайнер, принципиально ничего не из-

менится, поскольку в основе действия механизма все равно останется двигатель внутреннего сгорания. Так что развитие человечества в XXI в. скорее всего окажется неотделимым от борьбы за сырье и ресурсы, которая будет вестись посредством информационных технологий. Для осуществления же цивилизационного скачка необходим переход на принципиально новый источник энергии, топливо будущего.

### Заглянуть в будущее

Существенная разница между человеческой мудростью и научным знанием заключается и в том, что первая склонна предостерегать и воздерживаться от необдуманных действий, основываясь на опыте прошлого, вторая же любой ценой стремится к новым горизонтам. Мудрость оглядывается назад, наука смотрит вперед, однако ни та, ни другая не способна в конечном итоге к эффективному прогнозированию.

В 30-е гг. прошлого века президент США Ф. Рузвельт поручил своей администрации провести обширное исследование в области перспективных технологий. Но даже лучшие ученые и инженеры не смогли тогда предсказать появление

ни телевизора, ни пластмасс, ни реактивных самолетов, ни трансплантируемых искусственных органов, ни лазеров, ни даже шариковых ручек, при том что физические явления, использованные впоследствии для их создания, к тому времени были открыты и хорошо изучены. Делать научные, а тем более технические и технологические расчеты на будущее весьма сложно. Вероятно, в наступившем столетии генеральное направление развития науки будет связано с повышением эффективности научного прогнозирования, в частности, таких его методов, как гипотеза, экстраполяция, интерполяция, мысленный эксперимент, научная эвристика и др. Любое предположение в большей или меньшей степени опирается на определенные вычисления и логические построения, однако на сегодняшний день математическая теория прогнозирования не располагает ни достаточно глубокой теоретической основой, ни соответствующим инструментарием, ни обширной областью применения, что особенно важно с практической точки зрения. Результат будет зависеть от того, насколько органично удастся соединить теоретическое (научное) и практическое (внеаучное) знание, политику (т.е. прагматическое использование информации в интересах власти и экономики) и даже мифы и легенды.

Если естественнонаучные теории будущего весьма спорны, то еще менее убедительны они в гуманитарной сфере, которая, выдвинув «аксиому глобализации», как бы утвердила тезис о «конце истории»: идеи либерализма-де победили окончательно, бесповоротно и вселенски. Однако дело, видимо, не столько в завершении развития человечества, сколько в кризисе гуманитарной науки.

По большому счету у человечества есть только две возможности заглянуть в будущее — наука и религия. Как заметил блестящий физик Стивен Хокинг, вера в истинность теории расширяющейся Вселенной и Большого Взрыва не противоречит вере в Бога-творца, но указывает пределы времени, за которое он должен был справиться со своей задачей. Наука, конечно же, пребывает во времени, а следовательно, имеет будущее. Но опыт подсказывает, что прогнозировать развитие науки — дело неблагодарное.

### О границах познания

Открытия фундаментальной науки постепенно отодвигают границы познания, заставляют снимать запреты, отказываться от устоявшихся убеждений и заблуждений. Со времен Аристотеля

до Галилея развитие физики сдерживало убеждение, что ее главная задача — анализ движения тел, а не изучение изменения его характера. Аристотель говорил, что тело следует рассматривать как покоящееся; Галилей доказал, что состояние покоя есть частный случай движения; а сформулированные Ньютоном в 1687 г. три закона механики ознаменовали отказ от старых представлений и появление классической физики.

История человеческой мысли знает немало подобных примеров. И все они свидетельствуют об одном: наука не терпит раз и навсегда установленных догм и ограничений. Скорее всего и концепция «конца истории» в свое время займет свое место в анналах хроники человеческого разума.

### Мудрость international?

В отличие от знания, образованности, информированности мудрость есть способность принимать и усваивать жизненный опыт предыдущих поколений, без чего невозможно развитие науки и культуры, а значит, и цивилизации. Однако опыт прошлого нельзя принимать как непреложный закон, его нужно творчески и критически переосмысливать. Существует еще одно принципиальное различие между знанием и мудростью. Первое интернационально по своей сути, одинаково для всех стран и народов. Вторая же, наоборот, глубоко национальна, ею проникнут фольклор, литература, культура, традиции, кроме того, она всегда имеет нравственную, этическую подоплеку, отражающую гуманитарные ценности народа. Поэтому каждая нация вкладывает свой смысл в одни и те же понятия. В любом языке есть такие слова, как «совесть», «долг», «честь», «родина», «истина», «доброта», «любовь» и т.д. Однако как по-разному понимают эти категории люди в разных концах планеты! Дело в том, что мудрость — это прежде всего разговор о жизни, о ее смысле, а каждый народ живет по-своему. Имеют значение также особенности языка, на котором ведется наша «беседа мудрецов». Изучая интеллектуальное

**Лауреат Нобелевской премии по химии Илья ПРИГОЖИН в свое время писал, что для древних природа была источником мудрости. Средневековая природа говорила о Боге. В новые времена природа стала настолько безответной, что Кант счел необходимым полностью разделить науку и мудрость, науку и истину. Этот раскол существует на протяжении двух последних столетий. Настала пора положить ему конец.**

**В обществе идет процесс накопления «опасного знания», источниками которого являются как наука, так и внеучная действительность. Постепенно негативная информация разными путями обретает легальные формы и становится общественной нормой. Отклонения, которые когда-то были единичными и локальными, становятся массовыми и всеохватывающими.**

наследие, важно учитывать, с какой этнической общностью соотносит себя ученый, философ или художник, о ком он говорит «Мы» в отличие от «Они». Такое самоопределение выражает свойственные данному социуму обычаи, традиции, память, связь с предками и т.д. Дистанция между «Мы» и «Они» — это и есть различия между культурами.

Произойдет ли в процессе глобализации сближение культур, и какое внутреннее наполнение получит тогда данное понятие? Обретут ли все народы мира одни и те же символы веры (в том числе и религиозной) и заговорят ли на одном языке (например, «новом эсперанто»)? Или какой-то одной культуре (допустим, англосаксонской) будет отведена ведущая роль, а остальные будут искусственно подавляться? Или под пресом глобализации произойдет такое смешение народов, наций и рас (и чисто биологическое, в частности), что все мы в конце концов станем одного цвета, роста и даже пола? Ответить на такие вопросы пока невозможно.

### Человечество на распутье

Сейчас много говорится о том, что эгоизм, ложь, разврат и т.п. приобрели вселенские масштабы. В далеком прошлом, дескать, столь плачевными нравственными недугами «болело» меньшинство, а теперь — большинство людей. Но если дела обстоят именно так, если то, что было пороком, стало этической нормой, не следует ли признать, что таковы сегодня эталоны социального бытия? Глобализация весьма способствует такому развитию событий. В обществе идет процесс накопления «опасного знания», источниками которого являются как наука, так и внеучная деятельность. Постепенно негативная информация разными путями обретает легальные формы и становится общественной нормой. Отклонения, которые когда-то были единичными и локальными, становятся массовыми и всеохватывающими. Достаточно посмотреть, как развивается ситуация вокруг легализации наркотиков. В некоторых странах, например, в Голландии, использование

так называемых «легких наркотиков» официально узаконено. За их разрешение в США выступает не кто иной, как Джордж Сорос. Другим примером укоренения противостественных наклонностей в качестве нормы нарождающегося глобального общества может служить законодательное признание в ряде стран сексуальных отношений нетрадиционной ориентации. Таким образом, уже весьма рельефно проступают контуры «новой общечеловеческой культуры», основанной на наркотиках и моральной распущенности.

В наступившем веке мы все чаще будем сталкиваться с запретами и ценностями морально-этического характера, которые нельзя создать или преодолеть технологическими средствами, сколь бы совершенными ни были последние. Именно такие ценности и определяют в конечном счете выбор маршрутов цивилизационного развития. Возможно, человечество предпочтет доминирующую сегодня систему этических установок, основанную на потребительской концепции существования. Тогда нам предстоит дальнейший путь разрушения собственной физической и нравственной среды обитания, который в конце концов приведет к гибели человечества. Но, может быть, мы в один прекрасный день взглянем на себя со стороны и ужаснемся, и поймем, что для того чтобы остаться людьми и просто остаться на своей планете, надо не разрушать, а созидать, не потреблять, а отдавать, не только удовлетворять все растущие физиологические потребности, но и развиваться духовно. И роль фундаментальной науки и научного сообщества в том, чтобы указать и обосновать именно это направление пути цивилизации. Удастся ли им такая миссия, во многом будет зависеть от профессионального и нравственного облика ученого будущего, от того, как изменятся в перспективе функции научной теории.

### Наука третьего тысячелетия

Размышляя о судьбах науки, нельзя не заметить некоторую неравномерность ее развития. С одной стороны, она действительно вышла на рубежи, близкие к фантастике. Так, уже сейчас создается проект квантового компьютера; разработана технология амниоцентоза, которая позволит с точностью до 99% определять неблагоприятный исход родов у женщин и, соответственно, принимать необходимые меры.

Но с другой стороны, мир вокруг нас по-прежнему полон тайн, разгадать которые ученые пока бессильны. Отчасти это объясняется



тем, что наука все больше походит не столько на искательницу истины, сколько на коммерческое предприятие, работающее по заказу инвестора. Понять причины можно, учитывая скудное финансирование науки, однако ни одно частное предприятие не будет вкладывать средства в фундаментальные исследования, поскольку от них нельзя требовать немедленной отдачи. Ни банки, ни бизнес не интересуют какие-нибудь «длинные волны» или «циклы», периоды которых измеряются сотнями, тысячами, а то и миллионами лет; вряд ли их волнует и смысл бытия. Однако подлинная наука не может существовать в безвоздушном пространстве потребительского отношения и равнодушия. Чтобы адекватно и квалифицированно отвечать на экзистенциальные и прикладные вопросы, ей необходимы не только лаборатории и новейшие приборы, но и высокий уровень образования молодых членов науч-

ного сообщества, достойные зарплаты и особенно востребованность со стороны общества.

Будущее науки и наука будущего определяются отношением к ней государства и власти. И речь вовсе не о том, чтобы державой руководили исключительно ученые мужи. Но горе той стране, чье правительство полностью игнорирует науку, — у нее нет перспектив. Потому что будущее закладывается сегодня в кабинетах правительства и лабораториях ученых, на промышленных предприятиях и в университетских аудиториях, более того — в умах и сердцах людей. Однако если и в дальнейшем наука, ненаучное знание и политика останутся разобщенными, будущее человечества станет еще менее предсказуемым и окажется в зоне риска.

Хочется верить, что всем нам достанет мудрости выбрать верный путь для нашей цивилизации. И тогда мы «увидим новое небо и новую землю»...

(В мире науки, № 1, 2006)





Человечество переживает эпоху глобальной демографической революции — время, когда после взрывного роста население мира внезапно переходит к ограниченному воспроизводству и круто меняет характер своего развития. Это величайшее по значимости событие истории человечества с момента его появления в первую очередь отражается в динамике народонаселения. Однако оно затрагивает все стороны жизни миллиардов людей, и именно поэтому демографические процессы стали важнейшей глобальной проблемой мира и России. От их фундаментального понимания зависит не только настоящее, но и после текущей критической эпохи перемен предвидимое будущее, приоритеты развития и устойчивость роста

# ИНФОРМАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА, ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И БУДУЩЕЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Сергей Капица

Основные положения книги «Общая теория роста человечества»

*Никитский клуб — Римский клуб*

Явление демографического перехода, когда расширенное воспроизводство населения сменяется ограниченным, а затем стабилизацией населения, было открыто французским демографом Адольфом Ландри. Изучая эту критическую эпоху развития народонаселения, он справедливо полагал, что по глубине и значению последствий ее следует рассматривать как революцию. Однако демографы ограничивали свои исследования динамикой населения отдельных стран и видели свою задачу в том, чтобы объяснить происходящее через конкретные социальные и экономические условия. Такой подход давал возможность сформулировать рекомендации для демографической политики, однако таким образом исключалось понимание более широких, глобальных аспектов этой проблемы. Рассмотрение населения мира как целого, как системы отрицалось в демографии, поскольку при таком подходе нельзя было определить общие для человечества причины перехода. Только поднявшись на глобальный уровень анализа, изменив масштаб проблемы, рассматривая уже все население мира как единый объект, как систему, удалось описать глобальный демографический переход с общих позиций. Такое обобщенное понимание истории оказалось не только возможным, но и очень результативным. Для этого надо было коренным образом изменить метод исследования, точку зрения как в пространстве, так и во времени, и рассматривать человечество с самого начала появления как глобальную структуру. Следует подчеркнуть, что большинство крупных историков, таких как Фернан Бродель,

Карл Ясперс, Иммануил Валлерштейн, Николай Конрад, Игорь Дьяконов, утверждали, что существенное понимание развития человечества возможно только на глобальном уровне. Именно в нашу эпоху, когда глобализация стала знаком времени, такой подход открывает новые возможности анализа как нынешнего состояния мирового сообщества, так и факторов роста в прошлом, и пути развития в обозримом будущем.

Римский клуб 30 лет назад первым поставил на повестку дня глобальные проблемы. Эти исследования опирались на анализ обширных баз данных и компьютерное моделирование процессов, которые, по мысли авторов, определяли рост и развитие. Однако первый доклад клуба «Пределы роста» подвергся глубокой критике, а основной вывод, что пределы роста человечества определяются ресурсами, оказался несостоятельным. Чтобы понять трудности прямого математического моделирования, обратимся к пронизательному замечанию американского экономиста, лауреата Нобелевской премии Герберта Саймона: «Сорок лет опыта моделирования сложных систем на компьютерах, которые с каждым годом становились все больше и быстрее, научил, что грубая сила не приведет нас по царской тропе к пониманию таких систем... Тем самым моделирование потребует обращения к основным принципам, которые приведут к разрешению этого парадокса сложности». Таким образом, именно тогда была выделена глобальная проблематика, к которой мы теперь вернулись на новом уровне понимания и развития методов математического моделирования.

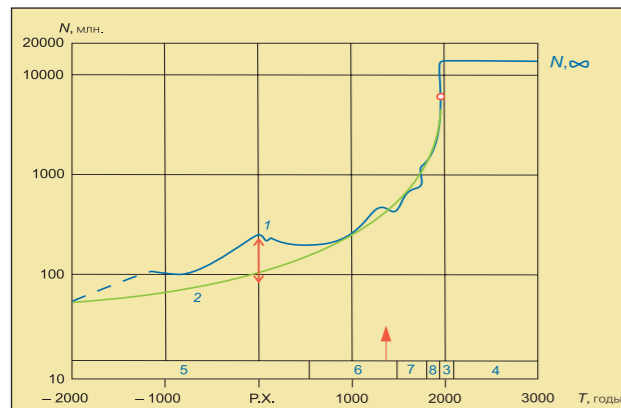


Рис. 1. Население мира от 2000 до Р.Х. до 3000 г.

1 — население мира от 2000 г. до Р.Х. до наших дней; 2 — взрывной режим, переходящий к стабильной численности; 3 — демографический переход, 4 — стабилизация населения; 5 — древний мир; 6 — средние века; 7 — новая история; 8 — новейшая история; ↑ — пандемия чумы 1348г.; ↓ — разброс данных; ○ — настоящее время 2005 г. при населении мира 6,3 млрд.,  $N_{\infty} = 10-12$  млрд. — предел роста населения

### Математическая модель роста населения

До рубежа 2000 г. население нашей планеты росло с постоянно увеличивающейся скоростью. Тогда многим казалось, что демографический взрыв, перенаселение и неминуемое истощение ресурсов и резервов природы приведут человечество к катастрофе. Однако в 2000 г., когда население мира достигло 6 млрд., а темпы прироста населения своего максимума в 87 млн. в год или 240 тыс. человек в сутки, скорость роста начала уменьшаться. Более того, и расчеты демографов, и общая теория роста населения Земли указывают, что в самом ближайшем будущем рост практически прекратится. Таким образом, население нашей планеты в первом приближении стабилизируется на уровне 10–12 млрд. и даже не удвоится по сравнению с тем, что уже есть. Переход от взрывного роста к стабилизации происходит в исторически ничтожно короткий срок (меньше 100 лет), и этим завершится глобальный демографический переход.

Основные результаты современных исследований изложены в статьях и книгах автора, которые легли в основу выступления на Президиуме РАН, и доклада, представленного Римскому клубу в 2004 г. В результате выяснилось, что именно нелинейная динамика роста населения человечества, подчиняющаяся собственным внутренним силам, определяет наше развитие и позволяет сформулировать феноменологический принцип демографического императива, в отличие от популяционного принципа Мальтуса, где ресурсы определяют рост.

В соответствии с данными антропологии предки человека появились в Африке более миллиона лет тому назад. Тогда, после длительной эпохи антропогенеза **A**, они начали говорить, овладели огнем и технологией каменных орудий (табл. на с. 210). С тех далеких времен, когда численность наших самых древних предков была порядка 100 тыс., человек не только расселился по всему земному шару, но число людей возросло еще в 100 тыс. раз — до современных миллиардов. Ни один вид сопоставимых с нами животных никогда так не развивался: например, и сейчас в России живет около 100 тыс. медведей или волков. Только домашние животные умножили свою численность далеко за пределы возможностей своих диких собратьев: в мире число голов крупного рогатого скота превышает 2 млрд.

Для того чтобы пояснить суть проблемы, обратимся к тому, как росла численность человечества и как оно развивалось на протяжении последних 4 тыс. лет. Исходным был тот факт, что рост населения Земли подчиняется удивительно простой и универсальной закономерности гиперболического роста:  $N = \frac{200}{2025 - T}$  млрд. На рис. 1 численность населения  $N$  представлена в логарифмическом масштабе, а течение времени  $T$  — в линейном масштабе, в котором указаны основные периоды мировой истории. Если население мира росло бы экспоненциально, то на графике рост отображался бы прямой. Поэтому такое представление роста широко используется в статистике и экономике, когда хотят показать, что рост происходит по закону сложных процентов. Однако для человечества все складывается совершенно иначе. Медленное в начале, развитие ускоряется, и по мере приближения к 2000 г. оно устремляется в бесконечность демографического взрыва. Задача же теории и модели гиперболического роста состоит в установлении пределов применимости этой асимптотической формулы. В итоге, в элементарных выражениях, но опираясь на статистические принципы теоретической физики, удалось описать динамически самоподобное развитие человечества более чем за миллион лет — от возникновения человека до нашего времени и наступления демографического перехода.

Секрет гиперболического, взрывного развития состоит в том, что скорость его роста пропорциональна не первой степени численности населения, как в случае экспоненциального роста, а второй степени — квадрату численности населения мира как меры развития. Именно анализ гиперболического роста человечества, связывающий

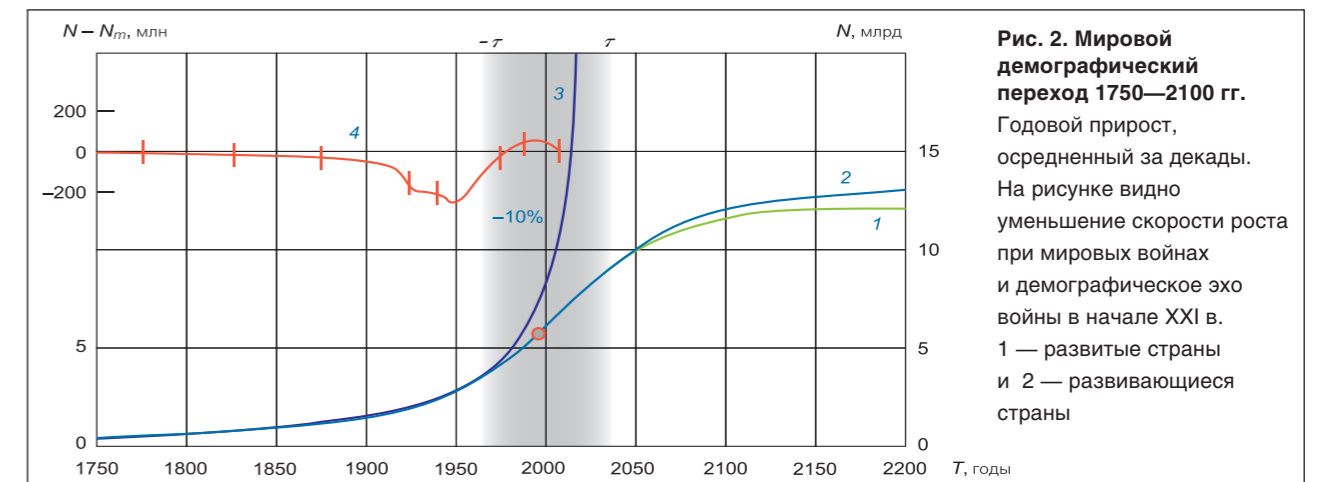


Рис. 2. Мировой демографический переход 1750—2100 гг.

Годовой прирост, осредненный за декады. На рисунке видно уменьшение скорости роста при мировых войнах и демографическое эхо войны в начале XXI в. 1 — развитые страны и 2 — развивающиеся страны

численность и рост человечества с его развитием (связь роста и развития как формула демографического императива — центральный тезис теории человечества), позволил по-новому понять всю специфику истории человечества и предложить общий коллективный механизм развития, основанный на распространении и размножении информации. Такой квадратичный рост хорошо изучен в физике, и он проявляется тогда, когда развитие происходит из-за коллективного взаимодействия, возникающего в динамической системе, когда все ее составляющие интенсивно взаимодействуют между собой. Как поучительный пример таких процессов приведем атомную бомбу, в которой в результате разветвленной цепной реакции происходит ядерный взрыв. Квадратичный рост населения нашей планеты указывает на то, что аналогичный процесс протекает с человечеством, — только гораздо медленнее, но не менее драматично. Если экспоненциальный рост определяется индивидуальной способностью человека к размножению, то взрывное развитие человечества — это процесс коллективный, протекающий во всем обществе и охватывающий весь мир. Квадратичный механизм взрывного роста коренным образом отличает человечество от животных, поскольку мы обладаем разумом, развитой системой передачи информации как вертикально, из поколения в поколение, так и горизонтально, в пространстве информационного взаимодействия, что и определяет нашу социальную эволюцию.

Таким образом, анализ роста числа людей на Земле позволяет предположить, что он определяется обменом и распространением информации, а человечество представляет собой информационное сообщество. Действительно, как и при развитии взрывных ядерных реакций, информация

распространяется путем цепной реакции, когда она необратимо умножается на каждом этапе развития. Более того, такая информационная система возникла очень давно, когда миллион лет тому назад в результате биологической эволюции появились речь и язык, развилось наше собственное, а затем и общественное сознание, что и привело к взрывному росту. На основе модели можно определить время эволюции и возникновения человека — 4–5 млн. лет тому назад, полное число людей, когда-либо живших на Земле — около 100 млрд., число основных периодов развития, оценить устойчивость роста и получить ряд других результатов по природе демографической революции. Заметим, что пик этого процесса, который приходится на 2000 г., — случайность нашего летоисчисления и никак не связан с существом дела.

Автор приводит эти выводы, поскольку без них трудно понять масштаб явлений, которые определяют наше современное бытие, и характер процессов, которые мы переживаем. Вместе с тем, когда все человечество рассматривается в целом, рамки исследования также должны быть расширены во времени, ибо тот, кто не умеет предсказывать прошлое, не может рассчитывать на предвидение будущего. Поэтому вернемся к рис. 1 и тому, как изменяется длительность и само течение времени истории.

### Рост населения Земли и время в истории

Древний мир длился около 3 тыс. лет, средние века — тысячу лет, новое время — 300 лет, а новейшая история — чуть более 100 лет. Историки давно обращали внимание на это сокращение исторического времени, однако чтобы понять уплотнение времени, его следует сопоставить с динамикой роста населения. В отличие от привычного экспоненциального роста, когда относительная

РОСТ И РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА  
В ЛОГАРИФМИЧЕСКОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ

Эпоха	Период	Дата Годы	Число людей	Культурный период	$\Delta T$ лет	История, культура, технология
С		2150	$10 \times 10^9$	Стабилизация населения Земли	125	Переход к пределу $11 \times 10^9$ Изменение возрастного распределения Глобализация
		2050	$9 \times 10^9$			
	$T_c$	2000	$6 \times 10^9$	Мировой демографич. переход	45	Урбанизация
В	11	1955	$3 \times 10^9$	Новейшая Новая история Средние века Древний мир Неолит Мезолит Мустье Ашель Шелль Олдувай	45	Компьютеры Ядерная энергия Мировые войны Электричество Промышленная революция Книгопечат Географические открытия Падение Рима, Мухаммед Христос, Осевое время Греческая цивилизация Индия, Китай, Будда, Конфуций Междуречье, Египет Письменность, города Одомашнивание, сел. хоз. Керамика, бронза Микролиты Заселение Америки Языки, шаманизм <i>Homo sapiens</i> Речь, огонь Заселение Европы и Азии Рубила Галечная культура, чоппер <i>Homo habilis</i>
	10	1840	$1 \times 10^9$		125	
	9	1500			340	
	8	500 н.э.			1000	
	7	2000 до н.э.			2500	
	6	9000			7000	
	5	29000			20000	
	4	80000			51000	
	3	0,22 млн.			$1,4 \times 10^5$	
	2	0,60 млн.			$3,8 \times 10^5$	
	1	1,6 млн.			$1,0 \times 10^6$	
А	$T_0$	4,4 млн.		(1)	Антропогенез	$2,8 \times 10^6$

скорость роста постоянна и население умножается в течение определенного времени, для гиперболического роста время умножения пропорционально древности, исчисляемой от критического 2000 г. Так, 2000 лет тому назад население росло на 0,05% в год, 200 лет тому назад — на 0,5% в год, а 100 лет тому назад — уже на 1% в год. Человечество достигло максимальной скорости относительного роста 2% в 1960 г. — на 40 лет раньше максимума абсолютного прироста населения мира. В течение каждого из 11 периодов развития, от нижнего палеолита до демографической революции, на Земле проживало по 9 млрд. людей.

Можно показать, что такое ускоренное развитие приводит к тому, что после каждого периода на все оставшееся развитие приходится время, равное половине длительности прошедшего этапа. Так, после нижнего палеолита, длившегося миллион лет, до нашего времени остается полмиллиона лет, после тысячелетия средних веков осталось 500 лет. Эти этапы развития, выделенные антропологами и историками, происходят синхронно во всем мире, когда все народы охвачены общим информационным процессом. Сжатие времени исторического развития видно и по тому, как скорость исторического процесса увеличивается по мере приближения к нашему времени. Если история древнего Египта и Китая занимала тысячелетия и исчисляется династиями,

то поступь истории Европы определялась отдельными царствованиями. Если Римская империя распадалась в течение тысячи лет, то современные империи исчезали за десятилетия, а в случае Советской — и того быстрее. Таким образом, в последнюю эпоху демографической революции ускорение исторического процесса достигло своего предела перед эпохой стабилизации роста С.

В таблице показана вся история человечества, хронология которой структурирована на основании смены культур в соответствии с данными истории и антропологии. Данные же о населении мира в прошлом известны только по порядку величины, и на их основании невозможно выделение этих периодов. Сами же переходы между периодами можно рассматривать как фазовые переходы в неравновесной эволюционирующей системе. Наступление неолита, когда происходила концентрация населения в селах и городах, оказывается посередине эпохи взрывного развития В, представленного в логарифмически преобразованном времени. Демографическая революция предстает как сильный фазовый переход, когда вследствие неустойчивости взрывного роста человечества в режиме с обострением происходит смена скорости роста и коренное изменение самой парадигмы развития. Так, в момент демографического взрыва, как в ударной волне, внутреннее время истории, собственная длительность развития сокращена до предела. Этот предел сжатия времени не может быть короче эффективной жизни человека, и именно поэтому и следует крутой поворот в нашем развитии, наступает если не конец истории, о чем заявил Франсис Фукуяма, то фундаментальное изменение темпов роста человечества. История, естественно, будет продолжаться и после прекращения роста населения мира, но уже как следствие демографической революции и в гораздо более спокойном темпе.

Таким представляется глобальный рост человечества, если анализировать метаисторию в свете развития демографической системы и логарифмической трансформации времени. Динамический взгляд на ход исторического времени давно обсуждается в исторической науке, но в развитой теории он приобретает, как и в теории относительности, количественный смысл, когда историческое время равно логарифму физического, ньютоновского времени. В трансформированном времени исторические процессы на всем протяжении развития представляются равномерными, что выражает динамическое самоподобие роста, хотя сам темп развития различается в десятки тысяч раз. Так, в результате сжатия времени

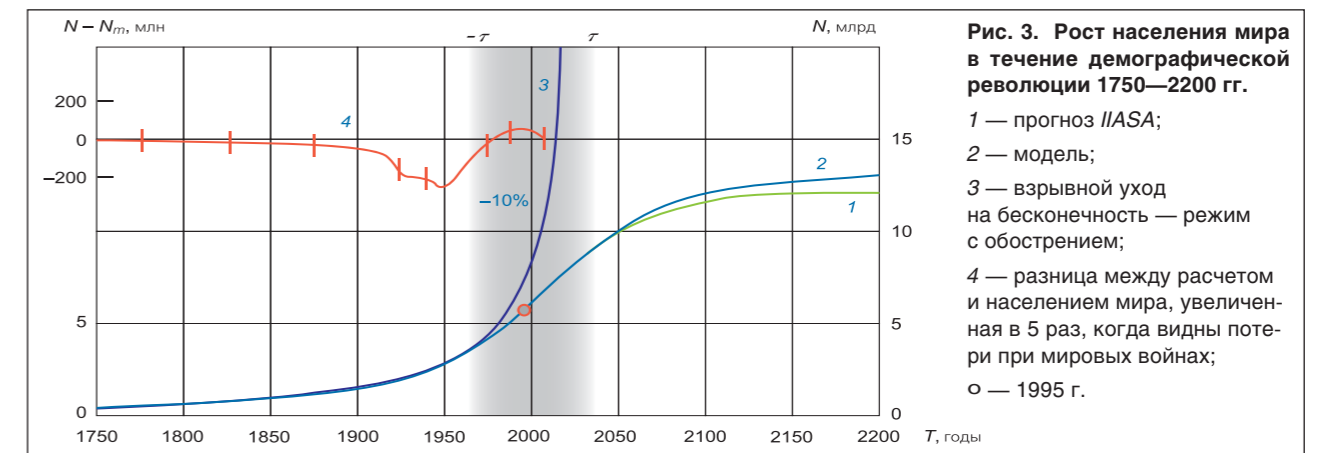


Рис. 3. Рост населения мира в течение демографической революции 1750—2200 гг.

1 — прогноз IASA;  
2 — модель;  
3 — взрывной уход на бесконечность — режим с обострением;  
4 — разница между расчетом и населением мира, увеличенная в 5 раз, когда видны потери при мировых войнах;  
о — 1995 г.

историческое прошлое оказывается к нам намного ближе, чем это кажется с первого взгляда на число поколений и календарное время.

Движущим фактором развития оказываются связи, объединяющие все человечество в единое эффективное информационное поле. Эту связанность следует понимать обобщенно, как обычаи, верования, представления, навыки и знания, передаваемые из поколения в поколение при обучении, образовании и воспитании человека как члена общества. Именно обобщенная информация определяет динамику социальных и экономических процессов. Глобальное развитие неизменно следует по траектории гиперболического роста, которое не могут существенно нарушить ни пандемии, ни мировые войны, ни природные катаклизмы. Естественно, есть взлеты и падения роста, сменяются уклады жизни, народы мигрируют, воюют и исчезают, и чем дальше в прошлом мы рассматриваем темпы развития, тем медленнее оно происходит. Тогда в течение жизни человека обстоятельства и уклад мало менялись, несмотря на флуктуации и возмущения, которые всегда были, включая ледниковые периоды и изменения климата, большие, чем те, о которых так много говорят сегодня. В эпоху же демографической революции именно масштаб существенных социальных изменений, происходящих в течение жизни человека, стал столь значительным, что ни отдельная личность, ни общество в целом никак не успевают приспособляться к темпам перемен миропорядка — человек «и жить торопится, и чувствовать спешит» как никогда прежде.

Анализ показывает, что рост, пропорциональный квадрату населения всего мира, выражает коллективный характер сил, определяющих развитие. Эта связь существовала во все времена, только в прошлом она занимала больше времени. Подчеркнем, что этот неизменный закон применим

только для целостной замкнутой системы, какой является взаимосвязанное население мира. В результате глобальный рост не требует учета миграции, поскольку это внутренний процесс взаимодействия за счет перемещения людей, непосредственно не влияющего на их число, ибо нашу планету пока трудно покинуть. Поэтому данный закон нельзя распространить на отдельную страну или регион, однако развитие каждой страны следует рассматривать на этом общем фоне. Следствием глобальности квадратичного закона роста является отмеченная синхронизация мирового исторического процесса и неизбежное отставание изолятов, которые оказывались надолго оторванными от основной массы человечества.

## Глобальная демографическая революция

## 1. Анализ сопровождающих явлений

При анализе явлений, сопровождающих демографическую революцию, можно идти двумя путями. Во-первых, можно отталкиваться от конкретных наблюдений историка или социолога, касающихся существенных социальных закономерностей, и из частных синтезировать общую картину развития. Или же можно исходя из общей концепции анализировать частные явления. Очевидно, что оба подхода результативны, однако второй, основанный на общей картине развития, позволяет на обобщенном уровне достичь более полного понимания происходящих перемен и установить фундаментальный примат механизма информационного процесса роста. Именно это важно, если мы хотим понять смысл той уникальной исторической эпохи, которую переживает человечество.

Численность населения развитых стран стабилизировалась в рамках миллиарда. Они прошли

через переход всего на 50 лет раньше развивающихся стран, и теперь в этих странах мы можем увидеть ряд явлений, которые постепенно охватывают остальное человечество. В России же многие кризисные явления, даже в усиленном виде, отражают мировой кризис. Тем временем переход в развивающихся странах затрагивает более 5 млрд. человек, численность которых удвоится при завершении глобального демографического перехода во второй половине XXI в. Происходит это в два раза быстрее, чем в Европе. Скорость процессов роста и развития поражает своей интенсивностью — так, экономика Китая растет более чем на 10% в год. Такие изменения и рост происходили в России и Германии в канун Первой мировой войны и, несомненно, способствовали кризису XX в. Производство же энергии в странах Юго-Восточной Азии растет на 7–8% в год, а Тихий океан становится последним средиземноморьем планеты после Атлантического океана и собственно Средиземного моря.

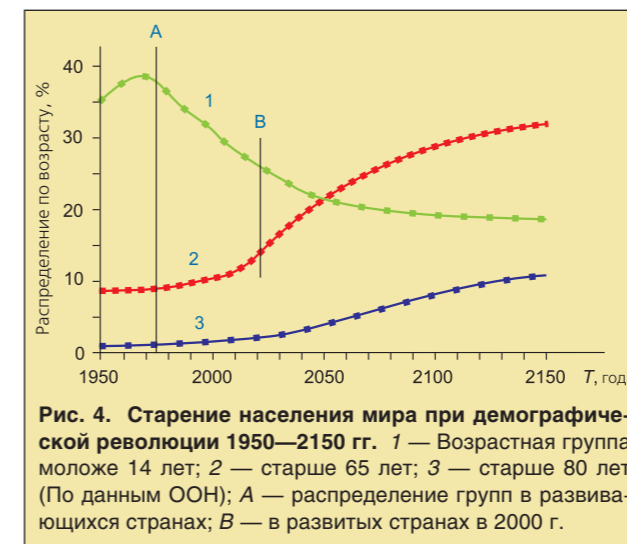
## 2. Глобальная демографическая ситуация

Обратимся к расчетам населения в будущем, где результаты моделирования можно сравнить с расчетами ООН, Международного института прикладного системного анализа (IIASA) и других агентств. Прогноз ООН основан на обобщении ряда сценариев для рождаемости и смертности по 9 регионам мира и доведен до 2150 г. По оптимальному сценарию ООН население Земли к этому времени выйдет на постоянный предел 11 600 млн. В докладе Популяционного отдела ООН 2003 г. по среднему варианту к 2300 г. ожидается 9 млрд. В итоге и расчеты демографов, и теория роста приводят к выводу, что после перехода население Земли стабилизируется на уровне 10–11 млрд. Разница между населением мира и данными расчета, которые до и после мировых войн совпадают, дает возможность оценить полные потери человечества за этот период, составляющие 250–280 млн. человек, что больше обычно приводимых цифр. В настоящее время исключительно возросла подвижность народов, сословий и людей. Как страны АТР, так и другие развивающиеся страны охвачены мощными миграционными процессами. Перемещение населения происходит как внутри стран (в первую очередь, из сел в города), так и между странами. Рост миграционных процессов, охвативших теперь весь мир, приводит к дестабилизации как развивающихся, так и развитых стран, порождая комплекс проблем, требующих отдельного рассмотрения.

Динамика современного развитого общества, несомненно, порождает стрессовую обстановку.

Это происходит на уровне отдельного человека, когда распадаются связи, ведущие к образованию и стабильности семьи. Одним из следствий этого стало резкое сокращение числа детей на каждую женщину, отмеченное в развитых странах. Так, в Испании это число равно 1,20; в Германии — 1,41; в Японии — 1,37; в России — 1,21; в Украине — 1,09, в то время как для поддержания простого воспроизводства населения в среднем необходимо 2,15 детей. Таким образом, все самые богатые и экономически развитые страны, которые на 30–50 лет раньше прошли через демографический переход, оказались несостоятельными в своей главной функции — воспроизводстве населения. Этому способствует как то, что на получение образования уходит больше времени, так и либеральная система ценностей и распад традиционных идеологий в современном мире. Если эта тенденция сохранится, то основное население развитых стран обречено на вымирание и вытеснение эмигрантами из более фертильных этносов. Это один из самых сильных сигналов, которые нам подает демография, как отмечает П. Дж. Бьюкенен в книге «Смерть Запада. Чем вымирание населения и усиление иммиграции угрожает нашей стране и цивилизации». Если в XIX и XX вв. во время пика прироста населения в Европе эмигранты направлялись в колонии, то теперь возникло обратное перемещение народов, существенно меняющее этнический состав метрополий. Заметим, что значительная, а во многих случаях подавляющая часть мигрантов нелегальна и, по существу, не подконтрольна властям.

Таким образом, если в развитых странах мы отмечаем резкое падение роста населения, при котором население не возобновляется и стремительно стареет, то в развивающемся мире пока наблюдается обратная картина — преобладание молодежи и быстрый прирост населения. Изменение соотношения пожилых и молодых людей стало основным результатом демографической революции, и в настоящее время привело к максимальному расслоению мира по возрастному составу. Именно молодежь, которая активизируется в эпоху демографической революции, является могучей движущей силой исторического развития. От того, куда эти силы будут направлены, во многом зависит устойчивость мира. Для России таким регионом стала Средняя Азия, ее «мягкое подбрюшие», где демографический взрыв, состояние экономики и кризис с водоснабжением привели к напряженной ситуации в самом центре Евразии. В будущем, при завершении демографической революции к концу XXI в., наступит



общее старение населения мира. Если при этом число детей у эмигрантов тоже сократится, станет меньше необходимого для воспроизводства населения, — такое положение дел может привести к кризису развития человечества в глобальном масштабе. Однако можно предположить, что и сам кризис воспроизводства населения стал реакцией на демографическую революцию и потому может быть преодолен в предвидимом будущем.

## 3. Демографическая революция и кризис идеологий

Демографическая революция выражается не только в демографических процессах, но и в разрушении связи времен, распаде сознания и хаосе, в моральном кризисе общества. Это четко отражается в проявлениях в первую очередь массовой культуры, столь безответственно распространяемых средствами массовой информации, в некоторых веяниях искусства и постмодернизма в философии. Такое перечисление критических моментов неизбежно неполно, но оно призвано обратить внимание на явления, имеющие хотя и разный масштаб, но общие причины в эпоху глобального демографического перехода, когда так возросло несоответствие сознания и физического потенциала развития. Кризис носит мировой характер, и его предельным выражением, несомненно, стали ядерное оружие и избыточная вооруженность некоторых стран. Все бессилие силы наиболее наглядно показал распад Советского Союза, когда именно идеология оказалась «слабым звеном». Однако вместе с этим возникают и новые цели развития, происходят поиски и смена ценностей, затрагивающие сами основы устойчивости и управления обществом.

Рассматривая механизмы роста и развития общества, следует обратить внимание, что модель информационного развития описывает неравновесный процесс роста. Он в корне отличается от обычных моделей экономического роста, где архетипом является термодинамика равновесных систем, в которых происходит медленное, адиабатическое развитие, а механизм рынка способствует установлению детального экономического равновесия, когда процессы в принципе обратимы и понятие собственности отвечает законам сохранения. Однако эти представления в лучшем случае действуют локально и неприменимы при описании необратимого глобального процесса распространения и умножения информации, происходящего при неравновесном развитии. Отметим, что экономисты со времен раннего Карла Маркса, Макса Вебера и Йозефа Шумпетера отмечали влияние нематериальных факторов в нашем развитии, о чем недавно сказал Франсис Фукуяма: «Непонимание того, что основы экономического поведения лежат в области сознания и культуры, приводит к распространенному заблуждению, согласно которому материальные причины приписывают тем явлениям в обществе, которые по своей природе в основном принадлежат области духа».

Вернемся к кризису идеологий и системы моральных норм, ценностей, управляющих поведением людей. Такие нормы формируются и закрепляются традицией в течение длительного времени, и в эпоху быстрых перемен этого времени просто нет. Так, в период демографической революции в ряде стран, в том числе и в России, происходят распад сознания и управления обществом, эрозия власти и ответственности управления, растут организованная преступность и коррупция и, как реакция на неустроенность жизни и неполную занятость населения, наблюдается рост алкоголизма, наркомании и самоубийств, что ведет к увеличению смертности мужчин. В развитых странах рабочая сила перемещается из производства в сферу услуг. Например, в Германии в 1999 г. оборот в секторе информационных технологий был больше, чем в автомобильной промышленности — столпе немецкой экономики. Вместе с этим происходит рост маргинальных явлений, пересмотр устоявшихся понятий без должного отбора и критического анализа для развития принципов и критериев в культуре и идеологии, закрепляемых затем в традиции и законодательстве. С другой стороны, пришедшие из прошлого отвлеченные концепции богословов, философов и социологов приобретают значение, если не звучание, политических лозунгов. Отсюда возникает неумное

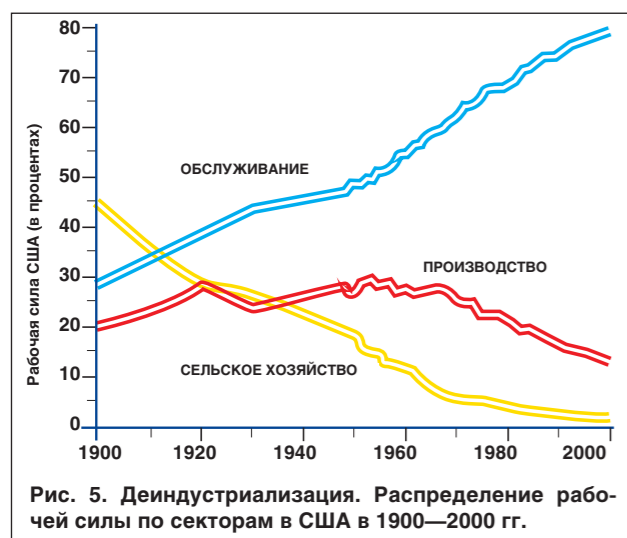


Рис. 5. Деиндустриализация. Распределение рабочей силы по секторам в США в 1900—2000 гг.

желание «исправить» историю и приложить ее к нашему времени, когда так стремительно развивается современный исторический процесс, который настоятельно требует нового осмысления, а не слепого прагматизма текущей политики. Так, предельное сжатие исторического времени приводит к тому, что время виртуальной истории сливается со временем реальной политики.

При прохождении демографического перехода исторический процесс, который ранее занимал века, теперь крайне ускорился. Это сопровождается ростом всех проявлений неравновесия в обществе и экономике при распределении результатов труда, информации и ресурсов, в примате местной самоорганизации над внешней организацией, рынка с его коротким горизонтом видения по сравнению с более долгосрочными социальными приоритетами развития общества и уменьшения роли государства в управлении экономикой. Так, вместе с распадом идеологий, ростом самоорганизации и развитием гражданского общества происходит вытеснение старых структур новыми в поиске новых связей, идей и целей развития, затрагивающих сами основы управления и устойчивости общества.

Демографический фактор, который связан с фазой прохождения демографического перехода, играет существенную роль в возникновении опасности войны и вооруженных конфликтов, в первую очередь в развивающихся странах. Более того, само явление терроризма выражает состояние социальной напряженности, как это уже было в пике демографического перехода в Европе во второй половине XIX и начале XX вв. Заметим, что количественный анализ устойчивости развития глобальной демографической системы указывает, что максимум неустойчивости,

возможно, уже пройден. По мере долговременной стабилизации населения и коренного изменения исторического процесса можно ожидать и возможной демилитаризации мира при уменьшении демографического фактора в стратегической напряженности и наступлении новой временной периодизации истории. В оборонной политике демографические ресурсы ограничивают численность армий, что требует модернизации вооруженных сил и отказа от принципа «Сила есть — ума не надо». Так, в развитых странах, завершивших демографический переход, уже видна смена приоритетов в экономике, образовании, здравоохранении, социальном страховании.

#### 4. Информационная природа развития человечества

Мы видим, что человечество с момента возникновения, когда оно стало на путь гиперболического роста, развивалось как информационное общество. Только в прошлом это происходило постепенно, и рост не приводил к напряженности и стрессу, столь характерным для нашего времени. Анализ также показывает, что не ресурсы и среда, а ограниченность технологии их производства и освоения стали причиной демографического перехода. Наступившее же ограничение роста обязано тому, что во многом исчерпаны идеи, необходимые для использования обобщенной информации, а обучение, образование и воспитание следующего поколения требуют намного больше времени, чем раньше. Иными словами, мы имеем дело не только с взрывным развитием информационного общества, но и с его кризисом. Это парадоксальный вывод, однако он приводит к следствиям, имеющим все возрастающее значение для понимания процессов, происходящих при прохождении через критическую эпоху демографической революции, и для оценок будущего, которое нас ожидает. Здесь пример Европы особенно поучителен.

При стабилизации населения мира развитие более не может быть связано с численным ростом, и поэтому следует обсудить, по какому пути оно пойдет. Развитие может прекратиться, и тогда наступит период упадка, а идеи «Заката Европы» получат свое воплощение (как, например, в романе «Дети мертвых» лауреата Нобелевской премии Эльфриды Елинек). Но возможно и другое, качественное развитие, при котором смыслом и целью станет качество человека и качество населения, а человеческий капитал будет его основой. На этот путь указывают ряд авторов. И то, что мрачный прогноз Освальда Шпенглера для Европы пока

не оправдался, вселяет надежды, что путь развития будет связан со знаниями, культурой и наукой. Именно Европа, многие страны которой первыми прошли через демографический переход, теперь смело прокладывает путь к реорганизации своего экономического, политического и научного пространства и указывает на процессы, которые могут ожидать другие страны. Эта критическая бифуркация, выбор пути развития, со всей остротой стоит и перед Россией.

Ныне все человечество переживает необычайный рост информационных технологий, в первую очередь повсеместное распространение сетевой связи, когда одна треть человечества уже обладает мобильными телефонами. Наконец, Интернет стал эффективным механизмом коллективного информационного сетевого взаимодействия, даже материализацией коллективной памяти, если не самого сознания человечества, реализованной на технологическом уровне. Эти возможности предъявляют новые требования к образованию, когда не знания, а их понимание становится основной задачей воспитания ума и сознания: Вацлав Гавел говорил: «Чем больше я знаю, тем меньше я понимаю».

Но простое применение знаний не требует глубокого понимания, что и привело к прагматическому упрощению и снижению требований в процессе массового обучения. В настоящее время продолжительность образования все увеличивается, и часто наиболее творческие годы человека, в том числе и годы, оптимальные для создания семьи, уходят на учебу. С другой стороны, все большая ответственность перед обществом, в частности, в формировании ценностей, в предоставлении образования и знаний, должна осознаться средствами массовой информации. Недаром некоторые аналитики определяют нашу эпоху как время избыточной информационной нагрузки, обязанное этим рекламе, пропаганде и развлечениям, как время нарочитого потребления информации, за которую СМИ несут основную ответственность. Еще в 1965 г. выдающийся советский психолог А.Н. Леонтьев проницательно заметил, что «избыток информации ведет к оскудению души». Нам бы хотелось видеть эти слова на каждом сайте Интернета.

Естественно, что осознание информационной природы развития человечества придает особое значение достижениям науки, и в постиндустриальную эпоху ее значение только возрастает. В отличие от мировых религий, с самого своего появления фундаментальное научное знание, наука развивалась как глобальное явление в мировой культуре. Если в начале ее языком была латынь, затем французский и немецкий, то теперь языком

науки стал английский. Однако в настоящее время самый большой рост числа научных работников происходит в Китае. Если от китайских ученых и тех, кто получил образование в США, Европе и России, можно ожидать нового прорыва в мировой науке, то в Индии экспорт программного продукта в 2004 г. составил \$25 млрд., уже являясь новым примером международного разделения труда. В эпоху демографической революции при общем возрастании производства, образования и подвижности населения растет и экономическое неравенство — как внутри развивающихся стран, так и регионально. В ответ на вызов демографического императива политические процессы, управляющие и стабилизирующие развитие, не успевают за экономическим ростом.

#### Россия в глобальном демографическом контексте

Демографическая ситуация в России подробно рассмотрена в сборнике «Демографическая модернизация России», вышедшем под редакцией А.Г. Вишневского. Рассматривая демографию России в глобальном контексте, следует остановиться на трех вопросах, которые, в частности, выделены в последнем послании Президента В.В. Путина к Федеральному собранию 2006 года. На первое место Президент поставил кризис рождаемости, который определяется тем, что в среднем на одну женщину приходится 1,4 ребенка. При таком уровне рождаемости страна даже не может сохранить численность своего населения, которое в настоящее время в России ежегодно уменьшается на 700 тыс. человек. Однако малая рождаемость, как мы видели, характерная черта всех современных развитых стран, к которым, несомненно, принадлежит и Россия. Поэтому можно полагать, что это отражает общий кризис, причины которого не только и не столько в материальных факторах, сколько в культуре и моральном состоянии общества. В России, безусловно, материальные факторы играют значительную роль, и предложенные меры помогут исправить высокую степень неравномерности в распределении доходов в нашей стране. Однако не меньшая роль принадлежит проявившемуся в современном развитии мире кризису системы ценностей. К сожалению, политика СМИ такова, что мы совершенно бездумно импортируем и даже насаждаем представления, только ухудшающие ситуацию и кризис самосознания. В этом проявляется и социальная позиция части интеллигенции, которая, получив свободу, вообразила, что это освобождает ее и от ответственности перед обществом.

Для России существенным фактором является миграция, которая дает до половины прибавки населения. Более того, так пополняется и рабочий класс, а с возвращением на родину коренных россиян страна получает людей, обогащенных опытом других культур. Не менее существенен и приток мигрантов коренных национальностей сопредельных стран, имеющий, в основном, экономические причины. Таким образом, миграция стала новым и очень динамичным явлением в демографии России, и можно только отметить, что, как и в других странах, в российском контексте многие проблемы имеют подобный характер. Так, в США большая часть новых эмигрантов не имеет легального статуса. Во Франции вопрос об ассимиляции эмигрантов привел к их изоляции и крупным беспорядкам. Иными словами, и в этой области возникшая в современном мире подвижность народов в рамках российской действительности проявилась сходным образом. Однако в одной России выделяется среди всех развитых стран: высокая смертность мужчин. Средняя продолжительность жизни мужчин в России — 58 лет, что на 20 лет меньше, чем в Японии. Причина этого состоит, в том числе, в печальном состоянии нашей медицины, вернее, системы здравоохранения, которое, несомненно, усугубил бездумный монетаристский подход к организации этой области социальной защиты граждан, включая и недостаточность пенсионного обеспечения. Здесь также велика роль моральных факторов, снижение ценности жизни человека в общественном сознании, курение и рост алкоголизма в наиболее опасных формах, невозможность адаптироваться к новым социально-экономическим условиям. Последствием этих факторов стал распад семьи, беспрецедентное для истории России увеличение числа беспризорных детей, принявшее эпидемические размеры.

Перечисленные факторы взаимосвязаны, как в любой сложной системе, и поэтому выделение главных причин кризиса представляет большие методологические трудности. Очевидно одно: мир переживает эпоху кризиса, масштабы которого не сравнимы ни с какими коллизиями и катастрофами прошлого. Именно потому и нынешний кризис в России есть не только результат ее истории, но и в значительной мере отражение, вернее, преломление в нашей стране мирового кризиса демографической революции. Более того, в своей истории Россия отразила многие аспекты глобальной истории, и потому нам иногда кажется, что наш путь — особый. Мы просто по своей географии, этническому составу, религиозному многообразию представляем модель мира.

### Зрелость человечества

Исследование и обсуждение глобального демографического процесса не только привело к открытию информационной природы механизма роста и расширению наших представлений обо всем развитии человечества, но и позволило с таких позиций охватить современность. При этом мы выделили то, что представляется общим и фундаментальным в росте, и по-новому определили сами факторы развития, где информация, программное обеспечение, «софт», на аргю программистов оказывается, как и в самих компьютерах, определяющим фактором. Как и в компьютерах, «железо», материальные ресурсы при всей их значимости в итоге не являются решающими, а только служат как подсистемы, поддерживающие рост. Так и наше развитие как общества знания с самого начала определяется именно взаимовлиянием, т.е. обобщенным программированием, которое обязано разуму и сознанию человека — тому, что принципиально отличает нас от животных

В мире существуют перенаселение и очевидная бедность, нищета и голод, но это местные, локальные явления, а не результат глобальной нехватки ресурсов. Сравним Индию и Аргентину: площадь Аргентины на 30% меньше площади Индии, население которой почти в 30 раз больше, однако Аргентина могла бы производить достаточно пищи, чтобы прокормить весь мир. В то же время в Индии сейчас хранится годовой запас продовольствия, тогда как ряд провинций голодает. Дело не в ресурсном ограничении, не в глобальном недостатке ресурсов, а в социальных механизмах распределения богатства, знаний и труда, как это происходит и в России. Человечество на всем пути неизменного гиперболического роста в целом располагало необходимыми ресурсами, иначе было бы невозможно достигнуть нынешнего уровня развития. Поэтому ограничение следует видеть именно в пределе информационного развития, которое до сих пор определяло наш самоподобный рост по гиперболической траектории, по которой неуклонно в течение миллиона лет развивался мир вплоть до 1960 г. Если бы рост продолжался далее, население мира в 2000 г. составило 8 млрд., а не на 2 млрд. меньше. Это та нехватка в численности населения, которая обязана ограничением роста обобщенным информационным факторам, а не недостатку ресурсов, пищи или энергии.

Действительно, на протяжении всей истории человечество было обеспечено энергией. Глобальное производство энергии росло в два раза быстрее, чем прирост населения, и энергопотребление



оказывается пропорциональным квадрату численности населения мира и самой скорости роста. Если при наступлении промышленной революции в начале XIX в. население Земли составляло 1 млрд., то с тех пор производство энергии выросло почти в 40 раз, а к концу демографического перехода возрастет в 4–6 раз, и это не ограничено ресурсами и экологией.

Анализ роста численности населения, который выражает суммарный результат всей экономической, социальной и культурной деятельности, составляющей историю человечества, открывает путь к пониманию этой ведущей проблемы. В мире, охваченном глобализацией, рассмотрение таких проблем, к которым относят энергетику, продовольствие, образование, здравоохранение, экологию, должно привести к конкретным и актуальным политическим рекомендациям, определяющим в первую очередь развитие и безопасность мира в целом. В этом состоит необходимость такого подхода при рассмотрении фундаментальных причин, которым человечество обязано своим развитием, и их последствий. Только системное понимание всей совокупности процессов, достигнутое в междисциплинарных исследованиях,

опирающихся на количественное описание развития общества, может стать первым шагом к предвидению и активному управлению будущим, где именно факторам культуры и науки принадлежит определяющая роль в обществе знания. Сегодня такому социальному заказу из будущего должна отвечать система образования прежде всего в воспитании наиболее способных и ответственных слоев общества. С этим связаны надежды человечества, и здесь видны основания для исторического оптимизма по мере выхода из бурной эпохи демографической революции.

Образно историю человечества можно сравнить с судьбой человека, который, пережив бурную молодость, когда он учился, воевал, обогащался, миновал время приключений и поисков, наконец женится, обретает семью и покой. Эта тема существует в мировой литературе со времен Гомера и сказок «Тысячи и одной ночи», Св. Августина, Стендаля и Толстого. Быть может, и человечеству после кризиса демографической революции предстоит одуматься и успокоиться. Но это покажет только будущее, и ждать его не придется долго. ■

(В мире науки, № 4, 2004)



# ВЗРОСЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Джоэл Коэн

В ближайшие 50 лет численность населения планеты увеличится до 9 млрд. человек. При этом кардинально изменится соотношение молодых и старых, богатых и бедных, горожан и сельских жителей. Выбор решений, которые нам предстоит принять сейчас и в ближайшие годы, определит, насколько успешно мы справимся со своим «взрослением»

2005 год стал серединой десятилетия, на протяжении которого произошли уникальные изменения в истории человечества. Раньше молодых людей было больше, чем пожилых, а сельских жителей — больше, чем горожан. В 2000 г. число людей преклонного возраста превысило и впредь будет превышать число молодых, а примерно с 2007 г. в городах будет проживать больше народа, чем в сельской местности. Начиная с 2003 г. женщины в среднем рожают и будут рожать меньше или ровно столько детей, чтобы сменить их и их мужей в следующем поколении.

Рубеж тысячелетий запомнится еще тремя важными изменениями. Во-первых, ни один человек, умерший до 1930 г., не застал удвоения численности населения мира. Тем, кто родится позже 2050 г., тоже не суждено будет пережить двукратное увеличение количества землян. Зато все, кому сегодня за 45, стали свидетелями роста численности населения с 3 млрд. человек в 1960 г. до 6,5 млрд. в 2005 г. Максимальный темп прироста населения (примерно 2,1% в год) наблюдался между 1965 и 1970 гг. Численность населения мира никогда не увеличивалась с такой скоростью до XX в. и едва ли будет возрастать такими же темпами когда-либо еще. Наши потомки будут смотреть на максимальные темпы прироста населения в конце 1960-х гг. как на самое важное демографическое явление в истории планеты.

Во-вторых, значительное снижение темпов глобального прироста населения до 1,1–1,2% в год прежде всего стало результатом решения миллиардов супружеских пар ограничить число детей. В прошлом процесс глобального изменения численности населения шел неравномерно. Например, во время серьезных бедствий и войн снижались не только темпы прироста, но и абсолютная

численность населения мира. До XX в. снижение рождаемости не было намеренным.

И наконец, 50 лет назад началось и в следующие полвека будет продолжаться колоссальное смещение демографического баланса между развитыми и развивающимися регионами планеты. В 1950 г. численность населения в развивающихся странах была примерно вдвое больше, чем в развитых, а к 2050 г. это соотношение превысит шесть к одному.

В этой статье основное внимание уделено четырем основным тенденциям, которыми будут определяться изменения населения мира в предстоящие полвека, и некоторым их последствиям в долгосрочной перспективе. Численность населения увеличится, темпы его прироста замедлятся, городских жителей будет больше, и в среднем люди будут старше, чем в XX в. Разумеется, точные оценки остаются весьма неопределенными: например, небольшие изменения предполагаемой рождаемости окажут огромное влияние на прогнозируемую общую численность населения. Тем не менее на основе прогнозов можно получить представление об отдельных проблемах, с которыми человечество столкнется в ближайшие 50 лет.

## Быстрый, но замедляющийся прирост

Хотя темпы прироста населения снизились по сравнению с 1970 гг., логика формирования его состава означает, что их нынешний уровень все же выше, чем до Второй мировой войны. Впервые численность мирового населения достигла миллиардной отметки лишь в начале XIX в. Нынешнее же население Земли увеличится на 1 млрд человек всего за 13–14 лет. По прогнозам, в 2050 г. на нашей планете будет 9,1 млрд. жителей, плюс-минус 2 млрд. в зависимости

от будущих уровней рождаемости и смертности. Ожидаемое к 2050 г. увеличение численности населения мира на 2,6 млрд. человек по сравнению с 6,5 млрд. в 2005 г. превышает общую численность населения в 1950 г., которая составляла 2,5 млрд. человек.

Количество людей в настоящее время увеличивается на 74–76 млн. человек в год (примерно четверть населения современных Соединенных Штатов), однако в основном не в столь богатых странах, как США. В период между 2005 и 2050 гг. по меньшей мере втрое возрастет население Афганистана, Буркина-Фасо, Бурунди, Чада, Конго, Демократической Республики Конго, Восточного Тимора, Гвинеи-Бисау, Либерии, Мали, Нигерии и Уганды, т.е. самых бедных государств.

Ожидается, что прирост населения в ближайшие 45 лет будет происходить в менее развитых

в экономическом отношении регионах. Несмотря на более высокий уровень смертности во всех возрастных группах, численность населения бедных стран увеличивается быстрее, поскольку в них значительно выше уровень рождаемости. В настоящее время средняя женщина в бедных странах рождает почти вдвое больше детей (2,9 ребенка), чем в богатых (1,6 ребенка).

Половина прироста населения планеты будет приходиться всего на девять стран. Перечислим их в порядке убывания ожидаемого вклада: Индия, Пакистан, Нигерия, Демократическая Республика Конго, Бангладеш, Уганда, США, Эфиопия и Китай. Единственное богатое государство в списке — США, где примерно треть прироста населения происходит за счет высокого уровня иммиграции.

Численность населения пятидесяти экономически развитых стран, напротив, к 2050 г. уменьшится. Ожидается, что население Германии сократится с 83 до 79 млн. человек, Италии — с 58 до 51 млн., Японии — со 128 до 112 млн., России — со 143 до 112 млн. (!). Впоследствии численность населения России будет немного меньше, чем Японии.

Замедление темпов прироста населения во всем мире означает, что XX в. был, вероятно, последним столетием в истории человечества, на протяжении которого численность молодых людей была больше, чем численность людей старшего возраста. Процент детей в возрасте до четырех лет включительно был максимальным в 1955 г. и составлял 14,5%, но к 2005 г. постепенно уменьшился до 9,5%, в то время как процент людей старше 60 лет возрос с 8,1% в 1960 г. до 10,5% в 2005 г. На рубеже тысячелетий каждая из этих групп составляла около 10% человечества. Теперь пожилых людей всегда будет больше.

То обстоятельство, что процент молодых и пожилых людей поменялся местами, отражает повышение выживаемости и снижение рождаемости. Средняя продолжительность жизни увеличилась с 30 лет в начале XX в. до более чем 65 лет в начале XXI в. Однако более сильное влияние оказывает снижение рождаемости, из-за которого численность молодых людей увеличивается медленнее.

В 2050 г. в экономически развитых регионах каждый третий житель будет старше 60 лет, а в отсталых — лишь каждый пятый. Зато в одиннадцати беднейших странах — Афганистане, Анголе, Бурунди, Чаде, Демократической Республике Конго, Экваториальной Гвинее,

Средний прогноз, согласно которому численность населения мира составит в 2050 г. 9,1 млрд. человек, основан на предположении, что рождаемость по-прежнему будет снижаться. Если в среднем женщины будут рожать на 0,5 ребенка больше, чем предполагается, в 2050 г. на Земле будет 10,6 млрд. человек, а если на 0,5 ребенка меньше, то 7,7 млрд. человек. Если современный уровень рождаемости не будет меняться вплоть до 2050 г., то население планеты достигнет 11,7 млрд. человек.



#### ПРОБЛЕМА:

К 2050 г. численность населения Земли увеличится почти на 50%: с 6,5 млрд. до 9,1 млрд. человек. Практически весь прирост будет происходить в уже существующих или новых городах развивающихся стран. За этот же период население многих развитых стран сократится. Снижение рождаемости и увеличение продолжительности жизни во всем мире приведут к увеличению процента пожилых людей, т.е. потенциальных иждивенцев.

#### ПЛАН:

Сделать побольше пирогов, поменьше вилок и воспитать едоков. Увеличить производственные возможности людей за счет инвестирования в образование, здравоохранение и технику. Расширить доступ к репродуктивной медицине и контрацепции, способствующей добровольному замедлению прироста населения. Улучшить жизненные условия, проведя реформу экономических, политических, гражданских и социальных институтов, а также обеспечить социальное и правовое единство.



Гвинеи-Бисау, Либерии, Мали, Нигере и Уганде — половина населения будет младше 23 лет.

Если современные тенденции сохранятся до 2050 г., прирост населения будет почти полностью происходить в городских районах. Иными словами, в ближайшие 45 лет население бедных стран будет каждую неделю увеличиваться на миллион горожан.

Несмотря на то что есть множество долгосрочных демографических прогнозов, экономические модели для их составления пока недостаточно проработаны. Такие прогнозы уязвимы для непредсказуемых институциональных, технологических и политэкономических изменений. Тем не менее согласно большинству моделей мир станет богаче. По самым оптимистичным оценкам, соотношение дохода на душу населения в промышленных странах к доходу на душу населения в развивающихся может снизиться с 16 в 1990 г. до 6,6–2,8 в 2050 г. Впрочем, авторы целого ряда моделей предостерегают мир от беспросветной бедности.

Прогнозы, в соответствии с которыми в развивающихся государствах появятся еще миллиарды людей, а во всех других странах возрастет число стариков, в сочетании с надеждами на экономический рост, особенно для бедных жителей планеты, вызывают в некоторых кругах обеспокоенность по поводу способности нашей Земли выносить «человеческую нагрузку» сейчас и в будущем.

#### В тесноте, да не в обиде?

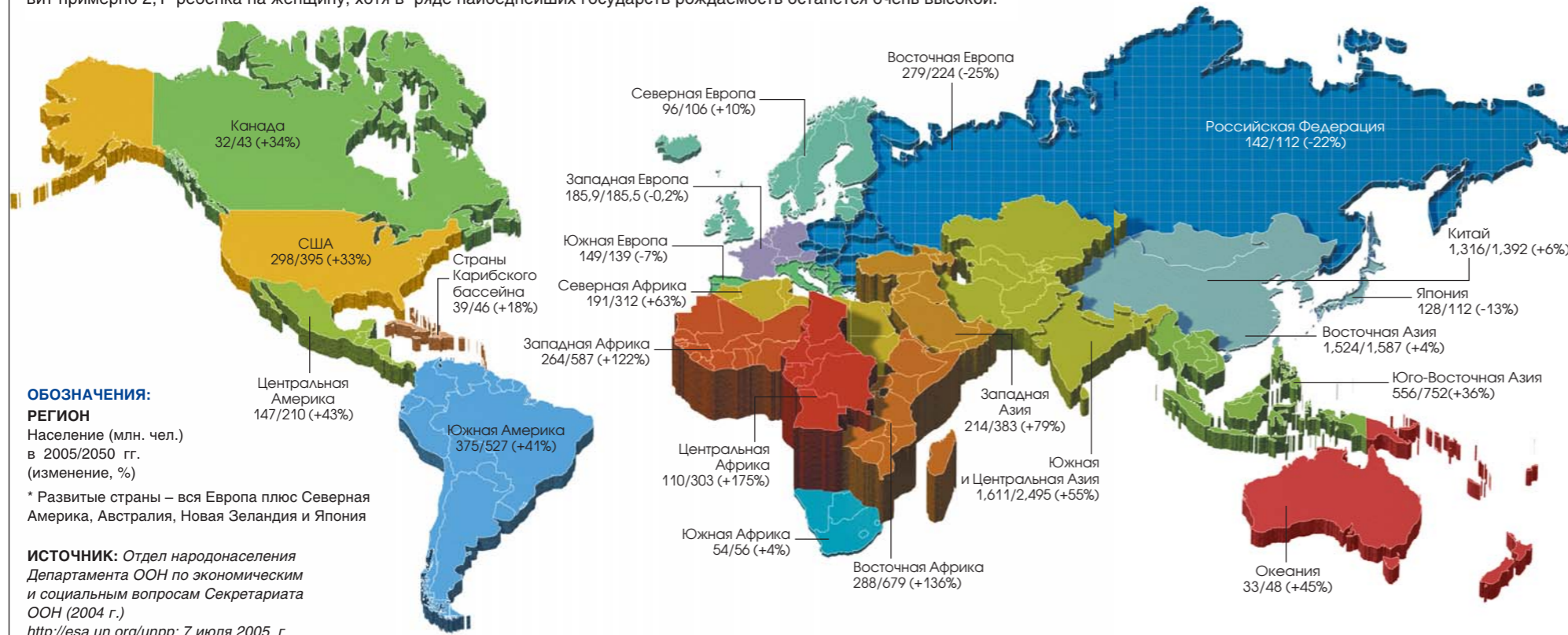
В краткосрочной перспективе на планете хватит места и пищи (по крайней мере на минимальном для выживания уровне) для количества людей, в полтора раза большего, чем живет сейчас: в настоящее время выращивается достаточно зерновых культур, чтобы прокормить 10 млрд. человек. Однако, как отметил в 1991 г. демограф-социолог Кингсли Дэвис (Kingsley Davis), «в мире нет ни одной страны, где люди довольствовались бы только тем, что у них достаточно пищи». Вопрос в том, смогут ли в 2050 г. миллиарды людей, а также их дети и внуки жить в условиях свободы выбора и материального процветания, как бы они ни определяли эти понятия в будущем. Иными словами, вынесет ли Земля «человеческую нагрузку»?

Эта проблема — ровесница письменности. Судя по табличкам с клинописью, датированным 1600 г. до н.э., еще вавилоняне пугало, что мир полон людей. В 1798 г. Томас Мальтус (Thomas Malthus) вновь выразил обеспокоенность по этому поводу, как и Донелла Мидоус (Donella Meadows) в своей книге «Пределы роста», вышедшей в 1972 г. Оптимисты успокаивали озабоченных перенаселением тем, что боги или технологии, несомненно, обеспечат благополучие человечества.

Пытаясь вычислить, проживание скольких людей может обеспечить Земля, средневековые ученые полагали, что необходимые для

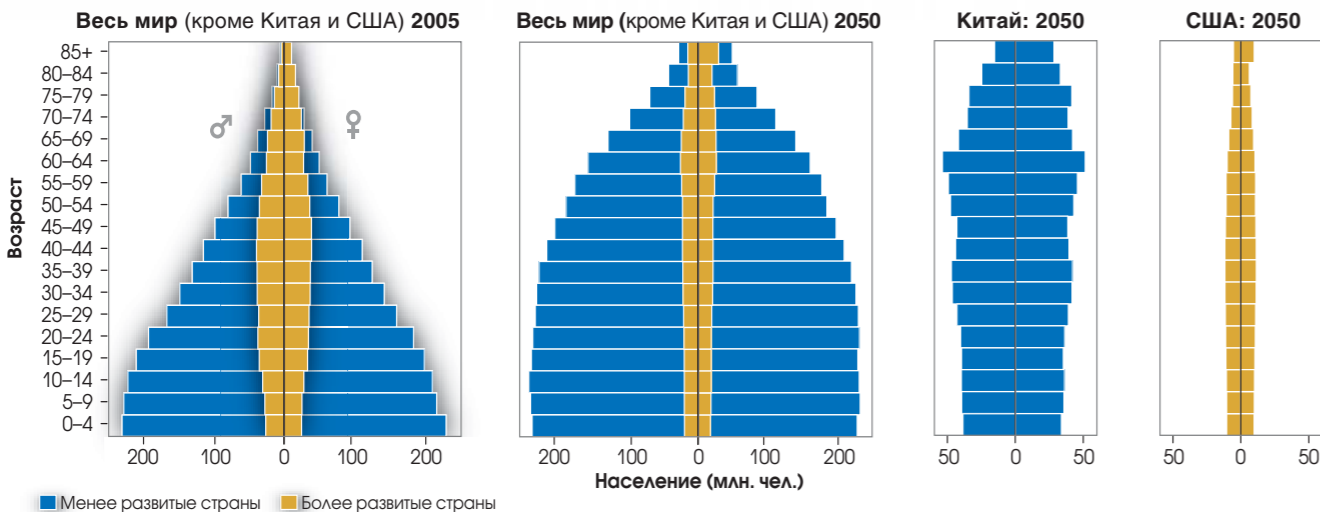


Неравномерные темпы роста народонаселения приведут к дальнейшему изменению соотношения между богатыми и бедными странами. Сейчас 1,2 млрд. человек проживают в развитых\* странах; остальные 5,3 млрд. – в развивающихся. В 2050 г. численность населения богатых стран останется на уровне 1,2 млрд. человек, а в бедных странах увеличится до 7,9 млрд. Из-за снижения рождаемости с 2010 г. население некоторых богатых стран начнет сокращаться. Средняя рождаемость в развивающихся странах также будет снижаться, и к 2035 г. уровень воспроизводства составит примерно 2,1 ребенка на женщину, хотя в ряде наименее развитых государств рождаемость останется очень высокой.

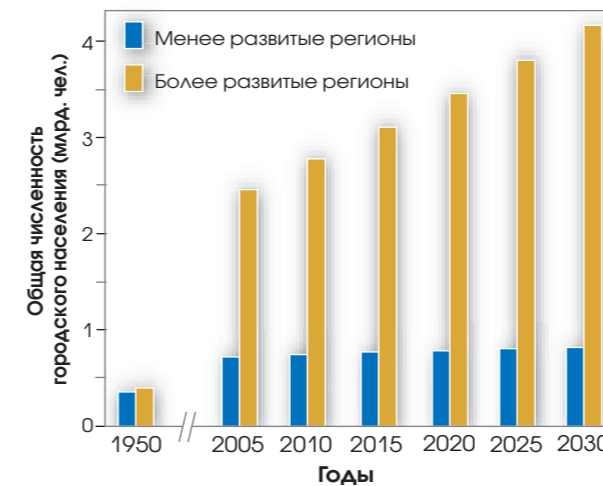


**ОБОЗНАЧЕНИЯ:**  
**РЕГИОН**  
 Население (млн. чел.) в 2005/2050 гг. (изменение, %)  
 \* Развитые страны – вся Европа плюс Северная Америка, Австралия, Новая Зеландия и Япония

**ИСТОЧНИК:** Отдел народонаселения Департамента ООН по экономическим и социальным вопросам Секретариата ООН (2004 г.)  
<http://esa.un.org/unpp>; 7 июля 2005 г.



**ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ** населения обусловлен различием уровней рождаемости. В развивающихся странах, где наблюдается быстрый прирост населения, диаграмма возрастов напоминает пирамиду с широким основанием. В развитых странах, где низка рождаемость и велик процент пожилых людей, она выглядит как колонна, верхняя часть которой станет шире в ближайшие 45 лет. Китай и США являются исключением в своих категориях. Благодаря проводимой политике «одна семья – один ребенок» по структуре населения Китай ближе к развитым странам. Из-за большого притока иммигрантов в США больше молодых жителей, чем в большинстве развитых стран.



**ЧИСЛЕННОСТЬ ГОРОДСКОГО** населения в бедных государствах увеличивается гораздо быстрее, чем в богатых. Около 60% прироста горожан в развивающихся странах будут обусловлены тем, что уровень рождаемости там выше уровня смертности; остальные 40% – миграцией сельских жителей в города.

существования жизнеспособного общества условия можно измерить в единицах площади. Первый известный нам количественный расчет был проведен в 1679 г. Антониом ван Левенгуком (Antoni van Leeuwenhoek), по оценкам которого территория населенных районов планеты была в те годы в 13 385 раз больше территории Голландии, а численность населения последней составляла около 1 млн. человек. «Если бы вся обитаемая суша была заселена так же плотно, как Голландия, — писал он, — то на Земле проживало бы 13 385 млн. человек».

Продолжая эту традицию, Матис Вакернагель (Mathis Wackernagel), автор концепции «экологического следа», попытался в 2002 г. количественно оценить, сколько земли люди используют для добычи ресурсов и захоронения отходов. Тогда было установлено, что в 1961 г. человечество использовало биосферу на 70%, а в 1999 г. — на 120%. Другими словами, с 1999 г. люди используют окружающую среду настолько интенсивно, что она просто не успевает восстанавливаться. Разумеется, такое положение дел было оценено как недопустимое.

У описанного подхода есть ряд недочетов. Возможно, наиболее серьезный из них заключается в использовании одного-единственного параметра — площади биологически продуктивного участка земли. Например, чтобы выразить через земельные единицы использование энергии, Вакернагель подсчитал, какая площадь леса необходима для поглощения выбросов двуоксида углерода. При этом почему-то не принимались во внимание солнечные, гидро- и атомные электростанции, не выделяющие углекислого газа. Если бы энергетика стала полностью атомной, то дело было бы не в выделении углекислого газа, а в появлении большого количества отработанного ядерного топлива. Проблема с поддержанием жизни людей остается актуальной, но биологически продуктивная площадь не является подходящим показателем для ее определения.

В качестве единственного фактора предлагалось также использовать количество воды, энергии, пищи и различных химических элементов, необходимых для ее производства. Недостаток каждого одиночного показателя, характеризующего возможность поддержания жизни людей на Земле, состоит в том, что его значение зависит от других величин. Например, если не хватает пресной воды, а энергия имеется в изобилии, то можно опреснять и транспортировать огромные объемы морской воды. Но если энергия обходится дорого, такое решение неприемлемо.

При выяснении максимальной численности населения Земли труднее всего разобраться, какие ограничения накладывает природа и какие обуславливаются выбором решений, принимаемых людьми.

Чего хотят люди и что они готовы принять как средний уровень распределения материального благосостояния в 2050 г. и позже? Какие технологии будут использоваться? Какие внутренние и международные организации будут отвечать за урегулирование конфликтов? Какие экономические структуры будут предоставлять кредиты, управлять торговлей, устанавливать нормы и заниматься инвестициями? Какие социальные и демографические институты будут влиять на рождаемость, здравоохранение, образование, вступление в брак, миграцию и смертность? Какой уровень риска природных катаклизмов люди сочтут допустимым? И наконец, какими будут ценности и вкусы людей в будущем? Как отметил в 1977 г. антрополог Дональд Хардести (Donald L. Hardesty), «участок земли могут рассматривать как непригодный для проживания не из-за неплодородной почвы, а потому что он считается священным или населенным призраками». В книге «Сколько людей прокормит Земля?» я собрал и проанализировал более полусотни

публикаций, авторы которых попытались рассчитать максимальную численность населения планеты. В прогнозах последних 50 лет ее значение колеблется от 1 млрд. до 1000 млрд. человек. Разумеется, почти все оценки имеют под собой политическую подоплеку и даны, чтобы убедить людей либо в том, что на Земле уже живет слишком много людей, либо в том, что о быстром приросте населения не стоит беспокоиться.

Научные данные должны описывать окружающую действительность. Поскольку прогнозы потенциала проживания людей на Земле не дают ясного ответа на приведенные выше вопросы, принимая во внимание расхождение во мнениях по их поводу в различных обществах и культурах, можно сказать, что научных оценок предельной глобальной численности населения не существует.

Уделяя слишком много внимания способности Земли выносить «человеческую нагрузку», мы отвлекаемся от насущной задачи — сделать так, чтобы завтра было лучше, чем сегодня. А ведь для ее решения необходимо привлечь науку и принять конструктивные меры. Поэтому давайте рассмотрим две важные демографические тенденции: урбанизацию и старение населения.

### НЕПРЕДСКАЗУЕМАЯ МИГРАЦИЯ

Миграция не оказывает непосредственного влияния на численность мирового населения, но может способствовать замедлению его прироста. Перебравшись из районов с высокой рождаемостью в районы с низкой, иммигранты и их дети со временем перенимают обычаи своей новой родины, в том числе в смысле планирования семьи. Согласно прогнозам, с 2005 по 2050 г. в экономически развитых регионах въезжающих будет примерно на 2,2 млн. больше, чем выезжающих, причем половина из них прибудут в США. В отличие от большинства демографических параметров, международная миграция во многом зависит от политики национальных правительств. Если ее современный уровень не изменится, то 98 млн. мигрантов, которые переберутся в развитые страны за 2005–2050 гг., с избытком компенсируют ожидаемое снижение численности их населения на 73 млн. человек, обусловленное превышением смертности над рождаемостью. Различные сценарии международной миграции не окажут заметного влияния на прогнозируемое резкое увеличение доли пожилых иждивенцев в богатых государствах, но могут значительно повлиять на численность их населения.

Например, в 2000 г. американское Бюро переписи населения составило прогнозы численности населения страны на 2050 г. в зависимости от различных уровней иммиграции. Результаты разнились от 328 млн. человек при нулевой миграции (прирост населения 20%) до 553 млн. человек при максимальном (2,8 млн. человек в год) уровне иммиграции (прирост населения 80%). Однако независимо от размеров миграции, с 2010 по 2035 г. отношение числа пожилых людей к числу молодых в США сначала будет резко возрастать, а затем повышаться постепенно. При нулевом уровне иммиграции в 2050 г. оно достигнет 39%, а при максимальном — 30%.



### Бум или взрыв?

Многие крупные города возникли в районах успешной сельскохозяйственной или торговой деятельности, как правило, на плодородных равнинах или на морских побережьях. Судя по всему, в ближайшие полвека количество горожан возрастет с 3 млрд. до 6 млрд., а численность сельских жителей останется на уровне 3 млрд. человек. Если при этом плотность населения в мегаполисах останется прежней, то их площадь придется увеличивать за счет пригородных сельскохозяйственных угодий, а увеличение объема отходов приведет к катастрофическому загрязнению прибрежных вод.

Сейчас города занимают 2–3%, а пригодные для земледелия территории — 10–15% свободной от льда суши. Развитие крупных городов должно быть спланировано таким образом, чтобы они не поглащали пригодные для сельского хозяйства земли. Менее чем через полвека каждой крестьянке (сегодня большинство сельскохозяйственных рабочих составляют женщины) придется кормить уже не одного, а двух горожан. Повышение спроса на продукты питания и увеличение поставок сельскохозяйственной техники, возможно, позволит сельчанам улучшить свое благосостояние, как это произошло во многих развитых странах. С другой стороны, для получения хороших урожаев будет использоваться все больше химических удобрений и биоцидов, что создаст колоссальную нагрузку на окружающую среду.

Чтобы урбанизация не привела к вспышкам инфекционных заболеваний, особое внимание следует уделить развитию канализационных и водопроводных систем. Вместе с тем город обеспечивает жителей услугами системы здравоохранения, предлагает множество рабочих мест, а также предоставляет широкие культурные и образовательные возможности.

Урбанизация будет идти рука об руку с социальными изменениями, вызванными старением населения. В крупных городах наибольших успехов добиваются молодые, высокообразованные работники, а присущая им мобильность приводит к ослаблению традиционных родственных связей, обеспечивающих пожилым людям поддержку семьи. Ожидается, что начиная с 2010 г. в развитых странах ускорится рост коэффициента иждивенчества, т.е. отношения числа людей в возрасте 65 лет и старше к числу людей в возрасте от 15 до 64 лет. В развивающихся странах он будет возрастать гораздо медленнее, и к 2050 г. его значение приблизится к уровню, существовавшему в более развитых странах в 1950 г.



Впрочем, экономическое бремя, создаваемое пожилыми людьми, будет зависеть от состояния их здоровья, от наличия экономических институтов, способных предложить им работу, и от социальных механизмов их поддержки. В целом состояние здоровья людей преклонного возраста год от года улучшается, несмотря на серьезные проблемы в странах, переживающих переходный период. Поскольку пожилые люди прежде всего полагаются на свою вторую половину, семейное положение существенно влияет на условия их жизни. Женатым и замужним старикам гораздо реже требуется поддержка специальных учреждений, чем их одиноким, разведенным или вдовым сверстникам.

Разумеется, судьба престарелых граждан также зависит от наличия заботливого потомства и социально-экономического статуса, причем в первую очередь — от уровня образования. Чтобы справиться с проблемой старения населения, необходимо уже сегодня вкладывать деньги в образовательные программы, способствующие здоровому образу жизни и стабильности брака. Другая очевидная стратегия — инвестирование средств в экономические и социальные институты, позволяющие повысить производительность труда и социальную адаптивность пожилых людей.

Никто не знает наверняка, как помочь Земле вынести «человеческую нагрузку», поскольку никому не известен «пункт назначения» цивилизации, если таковой вообще существует. Однако мы знаем, что можно сделать сегодня, чтобы завтра было лучше, чем вчера. Как заметил экономист Роберт Кассен (Robert Cassen): «Фактически все, что в интересах населения, необходимо делать в любом случае». ■

(В мире науки, № 12, 2005)



# ГИБЕЛЬ ЦИВИЛИЗАЦИИ?

Джордж Массер

Три великие исторические тенденции определяют облик сегодняшнего мира. Понимание их дает нам возможность решать насущные проблемы современности, а не отступать перед ними

Двадцать первый век разочаровал. Нам обещали летающие автомобили, колонии в космосе и 15-часовую рабочую неделю. Роботы должны были выполнять за нас всю черную работу (по крайней мере когда не заняты подготовкой к восстаниям). Мы надеялись, что дети будут узнавать о существовании болезней только из учебников истории, а портативные ядерные реакторы разместятся на полках ближайшего универмага. Даже самые пессимистические прогнозы предсказывали мощный прорыв в области технологий и социального устройства, который, впрочем, должен был стереть нашу цивилизацию с лица Земли.

Однако если отвлечься от непомерных ожиданий, становится очевидно, что новый век будет одним из самых удивительных периодов в истории человечества. Три великих процесса, порожденных промышленной революцией, приближаются к своей кульминации. После столетий головокружительного роста численность населения земли стабилизируется. Если существующие демографические тенденции сохранятся, то к середине нашего века равновесие установится на отметке 9 млрд. человек. В то же время уходит в небытие нищета — и в процентном отношении, и в абсолютных цифрах. Если Китай и Индия и дальше будут двигаться по экономическому пути Японии и Южной Кореи, то к 2050 г. среднестатистический китаец достигнет процветания нынешнего жителя Швейцарии, а жизненный уровень индуса повысится до благосостояния современных израильтян. Однако по мере того как численность и благополучие человечества растут, оно все ближе подходит к пределам возможностей планеты. Сегодня мы выбрасываем в атмосферу в три раза больше углекислого газа, чем природа способна поглотить. Климатологи предполагают, что уже к середине века всерьез будут сказываться последствия глобального потепления. При сохранении нынешних темпов добычи природных ресурсов запасы леса и рыбы истощатся еще раньше.

Историки будущего, изучая нашу эпоху, выделят, вероятно, три параллельных и взаимосвязанных процесса — радикальные изменения в области демографии, экономики и взаимодействия с окружающей средой. На наших глазах трансформируется буквально весь миропорядок — от геополитики до структуры семьи. И в связи с этим возникают проблемы невиданных доселе масштабов. Как считает биолог Е.О. Вильсон (E.O. Wilson) из Гарвардского университета, нам предстоит пройти через «бутылочное горлышко» — период максимальной нагрузки на природные ресурсы и пика человеческой изобретательности.

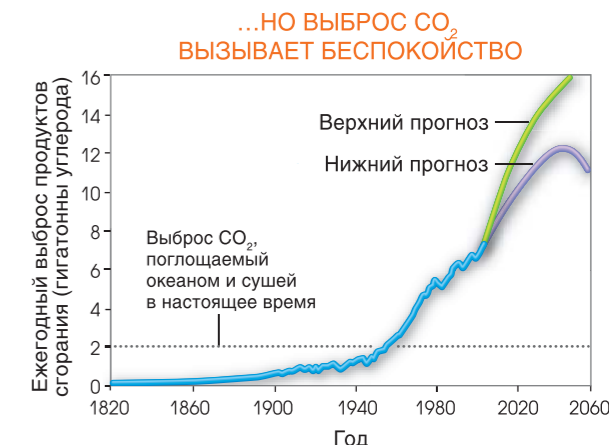
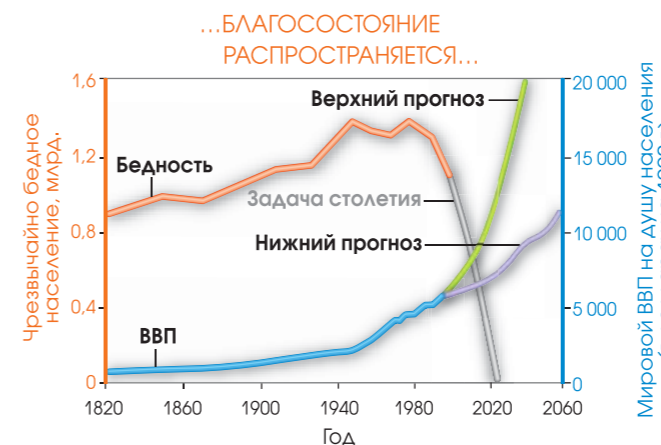
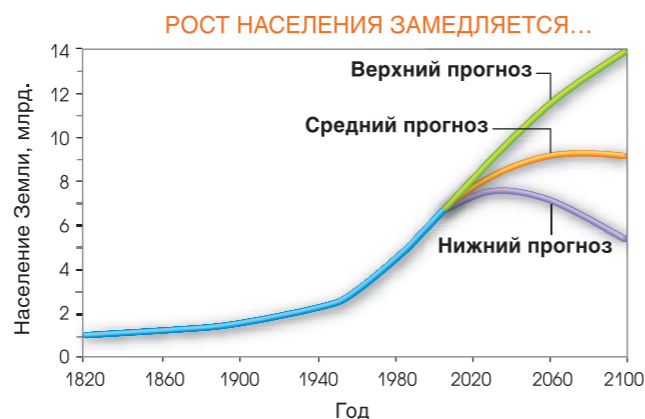
Мы ежедневно ощущаем на себе силу происходящих перемен. Мегалополисы разрослись так, что человеку легко заблудиться в своем родном городе. А размеры семьи сжимаются на глазах — все больше детей растут не только без родных братьев и сестер, но и без двоюродных, без дядь и тетей (это грустно, но в противном случае единственным альтернативным путем стабилизации численности населения оказывается повышение смертности). Полки магазинов завалены китайскими товарами, индусы обеспечивают связь, а жители Азии, в свою очередь, покупают все больше продукции Запада. Вследствие глобального потепления весенние цветы распускаются на неделю раньше, чем 50 лет назад, а в ресторанах подают другую рыбу, поскольку та, которую готовили раньше, уже вся выловлена.

Если посмотреть на нашу эпоху в контексте истории, можно увидеть перспективы мирового развития. Многие из возникающих проблем оказываются прямыми или косвенными последствиями роста населения. Стабилизация численности жителей Земли позволит забыть о некоторых из них. Протиснуться через бутылочное горлышко нелегко, однако если мы справимся, худшее останется позади.

Переживаемые человечеством перемены очерчивают круг стоящих перед нами проблем. Уже сейчас исследователи могут подсчитать, хотя бы

примерно, сколько людей способна «содержать» Земля, какие у них будут потребности и запросы, оценить имеющиеся ресурсы и прогнозировать дальнейшее протекание различных глобальных процессов. В настоящее время экономический рост достигается за счет повышения производительности труда, увеличения числа работающих и расходования все большего количества ресурсов. Ко второй половине нашего века человечество, возможно, придет к равновесию, при котором развитие экономики будет обеспечиваться лишь за счет роста производительности труда — что в значительной степени разрешит конфликт между цивилизацией и окружающей средой. Однако старые проблемы уступят место новым, которые уже наметились в наиболее развитых странах. Дебаты в США по поводу социальных гарантий, озабоченность европейцев и японцев вопросами пенсионного обеспечения — это голос общества, планирующего свою жизнь после завершения роста населения.

Демографы приобрели в глазах общества неоднозначную репутацию. Разве тридцать лет назад перенаселение не считалось одной из самых серьезных проблем? Книга Поля Эрлиха (Paul Ehrlich) «Демографическая бомба» стала тогда бестселлером. Фильм «Цвет соевой поросли» с Чарлтоном Хестоном (Charlton Heston) в главной роли рисовал драматическое будущее, где людям в мире тесно, словно дровам в поленнице, а питаться они вынуждены маленькими квадратными брикетами некоей белесой субстанции, похожей на творог. Однако позднее маятник качнулся в другую сторону — в моду вошла тема вымирания человечества, озвученная неоконсерватором Николасом Эберстедтом (Nicholas Eberstadt). И все тот же Хестон снялся в другом фильме, «Человек Омега», в котором человечество практически полностью исчезает с лица земли.



Так сколько же нас будет — слишком много или слишком мало?

Исследования ученых вовсе не были шараханьем из стороны в сторону, как может показаться. Численность семей в развивающихся странах сокращалась быстрее, чем ожидалось, однако прогнозы, опубликованные в 1974 г. в специальном выпуске *Scientific American*, посвященном вопросам демографии, в целом выдержали проверку временем. На самом деле сценарии обоих вышеназванных фильмов содержат в себе долю истины. Человечество все еще растет чрезвычайно быстро в абсолютных цифрах, и то, что нам до сих пор удавалось избежать мальтузианских кошмаров, вовсе не гарантирует спокойного будущего. Однако снижение темпов роста также вызывает беспокойство. История показывает, что общества со стабильной или убывающей численностью населения, как правило, приходили в упадок.

Сторонники одного сценария игнорируют аргументы приверженцев другого, надеясь, что все образуется само собой. Но стоит лишь избавиться от однобоких оценок, как начинают проступать контуры всеобъемлющего плана действий. Вероятно, это не единственный путь вперед, однако он может стать отправной точкой для обсуждения проблемы.

Основная идея такова, что интересы промышленности и природы не обязательно должны вступать в конфликт. Традиционно вопросы экономики и окружающей среды рассматривают в совершенно разных плоскостях. Наиболее важные показатели хозяйственной деятельности, в том числе валовый внутренний продукт (ВВП), не берут в расчет истощение ресурсов; по сути дела, они измеряют лишь поток денежных средств, а не баланс активов и долгов. Если вырубить весь лес под корень, то ВВП подскочит — несмотря

на то что фактически тем самым уничтожается потенциал, который мог бы обеспечить устойчивый доход в будущем.

Вообще говоря, те цены, которые мы платим за товары и услуги, редко включают в себя затраты на восстановление природных ресурсов. Мы надеемся, что расплачиваться по счетам будет кто-то другой — но этим другим обычно в конечном счете оказываемся мы сами. Согласно одной из оценок, средний американский налогоплательщик выкладывает по \$20 тыс. в год на субсидирование сельского хозяйства, транспорта, горнодобывающей промышленности и других видов деятельности, оказывающих сильное влияние на окружающую среду. Искаженные приоритеты рынка не дают потребителям и производителям стимулов бережно относиться к природе. Восторгаясь бесценными красотами гор и лесов, «зеленые» невольно лишь усиливают эту тенденцию, поскольку их требования трудно совместить с насущными интересами людей. В качестве яркого примера взаимного непонимания можно привести закон об исчезающих видах. Экологи ставят в вину лесозаготовителям вымирание пятнистых сов; те же заявляют, что причина безработицы в отрасли — неоправданное рвение фанатичных орнитологов. На самом деле и совы, и люди стали жертвами неразумного ведения лесного хозяйства.

В последние годы экономисты и природоохранные организации объединились для того, чтобы определить цену благ, даруемых нам нашей Землей. Смысл вовсе не в том, чтобы унижить ее; наоборот, после всех подсчетов стало очевидно, насколько мы от нее зависим. В докладе *Millennium Ecosystem Assessment*, опубликованном в начале 2005 года, перечислены те услуги — от опыления цветов до очистки воды, — которые людям пришлось бы оказывать самим себе, причем

за огромные деньги, если бы этого не делала природа. Авторы доклада обнаружили, что из 24 основных даров, предоставленных планетой в наше распоряжение, 15 расходуются нами быстрее, чем идет их естественное восстановление.

Если выразить природу в денежной форме, то оказывается, что все, что хорошо для экологии, полезно и для экономики, и даже для отдельных секторов бизнеса. Например, рыбаки получают максимальный доход при условии, что поддерживают добычу рыбы на определенном уровне; если же его превысить, то и улов, и доход будут сокращаться по мере того, как все больше людей будут гоняться за все меньшим количеством рыбы. Жизнь не всегда устроена так, как нам хочется. Общество должно иногда идти на компромиссы. Но оно только начинает осваивать беспроторные пути.

Если те, кто принимает решения, осознают правильность такой «стратегии компромиссов», то будущее человечества будет обеспечено оптимальными решениями в самых разных областях: скольким детям семья может дать достойное воспитание; где лучше пасти скот, чтобы не нанести непоправимого ущерба травяному покрову; как утеплять дома, чтобы максимально сохранить тепло и т.д. Однако из таких, казалось бы, мелочей как раз и складывается прогресс. Богатым общество делают отнюдь не компьютеры и DVD-проигрыватели — сегодня их можно найти в любой убогой деревушке, — а надежные канализационные трубы, мягкая постель, ощущение физической и экономической безопасности. Если наука и техника сделают такие блага доступными всем людям, то именно это, а не организация космических колоний, станет подлинным достижением цивилизации и выведет общество на принципиально новый уровень. ■

(В мире науки, № 12, 2005)

## АВТОРЫ

**Баумейстер Рой** (Roy Baumeister) — профессор психологии Университета штата Флорида.

**Бауэр Джеймс** (James M. Bower) — профессор компьютерной нейробиологии Центра томографических исследований при Техасском университете в Сан-Антонио и Центра нейробиологии им. Кахаля. Основатель журнала Journal of Computational Neuroscience.

**Величковский Борис Митрофанович** — профессор, доктор психологических наук, эксперт Комиссии Европейского Союза в области новых и зарождающихся наук и технологий, директор института психологии труда, организационной и социальной психологии Дрезденского университета.

**Вос Кетлин** (Katheleen D. Vohs) — заведующий научно-исследовательской кафедрой маркетинга и психологии потребителя в Школе бизнеса Саудера при Университете Британской Колумбии.

**Гейдж Фред** (Fred H. Gage) — профессор генетики в Институте биологических исследований Джонаса Солка и доцент Калифорнийского университета в Сан-Диего. Действительный член Американской ассоциации продвижения науки и член Национальной академии наук и Института медицины. С 2002 г. президент Общества нейронаук.

**Гольдберг Элхонн** — нейропсихолог, ученик А.Р. Лурия, выпускник МГУ, профессор Нью-Йоркского университета и директор Института нейропсихологии и познавательных процессов, дипломант Американского совета профессиональной психологии в области клинической нейропсихологии.

**Гоулд Пол** (Paul E. Gold) — профессор психологии и нейробиологии в Иллинойском университете (г. Эрбана и Шампейн).

**Делоачи Джуди** (Judy DeLoache) — профессор психологии Иллинойского университета, специализируется на раннем когнитивном развитии и формировании символического мышления.

**Джордж Массер** — корреспондент и редактор Scientific American.

**Иваницкий Алексей Михайлович** — член-корреспондент РАН, профессор, доктор медицинских наук, заведующий лабораторией высшей нервной деятельности человека Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, лауреат Золотой медали им. И.П. Павлова РАН за цикл работ по физиологическим основам психики и сознания человека.

**Капица Сергей Петрович** — член Европейской Академии, президент Евразийского физического общества, академик Академии Российского телевидения и Российской академии «Интернет», профессор, доктор физико-математических наук, главный редактор журнала «В мире науки».

**Кемпбелл Дженнифер** (Jennifer D. Campbell) — почетный профессор психологии Университета Британской Колумбии штата Ванкувер.

**Козн Джоэл** (Joel E. Cohen) — профессор, глава лаборатории народонаселения в Рокфеллеровском и Колумбийском университетах, лауреат премии Тайлера за достижения в охране окружающей среды, премии Нордберга за труды, посвященные вопросам народонаселения, и премии Фреда Соупера Панамериканской организации здравоохранения за изучение болезни Чагаса.

**Кристинсен Дэниел** (Daniel D. Christensen) — профессор психиатрии и неврологии Медицинской школы Университета штата Юта.

**Крюгер Джоаким** (Joakim I. Kruger) — профессор психологии Университета Брауна.

**Кэхилл Ларри** (Larry Cahill) — доцент нейробиологии, научный сотрудник Центра нейробиологии обучения и памяти при Калифорнийском университете в Ирвине.

**Левин Яков Иосифович** — профессор, доктор медицинских наук, директор Сомнологического центра Минздрава России.

**Маленка Роберт** (Robert C. Malenka) — профессор психиатрии и этологии Медицинской школы Стэнфордского университета.

**Матюгин Игорь Юрьевич** — доктор педагогических наук, возглавляет Школу Эйдетики.

**Найколл Роджер** (Roger A. Nicoll) — профессор фармакологии Калифорнийского университета.

**Нестлер Эрик** (Eric J. Nestler) — профессор, декан психиатрического факультета Юго-Западного медицинского центра Техасского университета в Далласе.

**Николелис Мигель** (Miguel A. L. Nicolelis) — профессор нейробиологии, биомедицинской технологии и нейропсихологии в Университете Дьюка, один из директоров Центра нейротехнологии.

**Парсонс Лоренс** (Lawrence M. Parsons) — профессор когнитивной нейробиологии Центра томографических исследований, член редколлегии журнала Human Brain Mapping и совета Международного фонда музыкальных исследований.

**Рамачандран Вилаянур** (Vilayanur S. Ramachandran) — директор Центра мозга и познания при Калифорнийском университете в Сан-Диего и адъюнкт-профессор в Институте биологических исследований Солка. Удостоен золотой медали им. Аренса Капперса в Королевской Нидерландской академии и звания члена совета Колледжа Соулсов Оксфордского университета.

**Росс Филип** (Philip Ross) — научный журналист. Сотрудничает с Scientific American, Acumen Journal of Sciences, IEEE Spectrum, Red Herring, Forbes, а также с The New York Times.

**Садовничий Виктор Антонович** — ректор МГУ, президент Российского союза ректоров, член-корреспондент РАН, действительный член Академии творчества, профессор, доктор физико-математических наук.

**Соколова Елена Теодоровна** — доктор психологических наук, профессор кафедры нейро-и патопсихологии факультета психологии МГУ, заслуженный профессор МГУ, практикующий психотерапевт.

**Солмс Марк** (Mark Solms) — заведующий кафедрой нейропсихологии в Кейптаунском университете в Южной Африке, директор Центра нейропсихоанализа Арнольда Пфедфера при Нью-Йоркском психоаналитическом институте. Читает лекции по нейрохирургии в Королевской лондонской школе медицины и в Медицинской школе св. Варфоломея.

**Стикс Гэри** (Gary Stix) — корреспондент журнала Scientific American.

**Трефферт Дерольд** (Darold A. Treffert) — профессор Медицинской школы университета штата Висконсин, психиатр, ведущий специалист по аутизму и синдрому одаренности (savant syndrome), консультант фильма «Человек дождя» и автор книги «Необычные люди: к пониманию синдрома одаренности» (Extraordinary People: Understanding Savant Syndrome).

**Уэйнбергер Норман** (Norman M. Weinberger) — основатель Центра нейробиологических механизмов обучения и памяти и Компьютерного архива музыкальной и научной информации. Работает на факультете нейробиологии Калифорнийского университета в Ирвайне.

**Уэнк Гэри** (Gary L. Wenk) — профессор психологии и неврологии Аризонского университета.

**Филдз Дуглас** (R. Douglas Fields) — заведующий отделением развития и пластичности нервной системы Национального института охраны здоровья ребенка и развития человека, адъюнкт-профессор Мэрилендского университета.

**Хаббард Эдвард** (Edward M. Hubbard) — окончил факультет психологии и когнитивных наук Калифорнийского университета, член-учредитель Американской ассоциации синестезии.

**Холл Стивен** (Stephen S. Hall) — писатель, автор книг о современной истории науки. Последняя из них, «Торговцы бессмертием» (Merchants of Immortality, Houghton Mifflin, 2003), посвящена стволовым клеткам и исследованиям по клонированию.

**Хоффман Хантер** (Hunter G. Hoffman) — директор Научно-исследовательского центра виртуальной аналгезии при Вашингтонском университете в Сиэтле.

**Чэпин Джон** (John K. Chapin) — профессор физиологии и фармакологии в Медицинском центре Даунстейт Университета штата Нью-Йорк.

**Эззел Кэрол** (Carol Ezzell) — писательница, редактор журнала Scientific American.

**Элджер Брэдли** (Bradley E. Alger) — профессор физиологии и психиатрии медицинской школы Мэрилендского университета, член Национальной академии наук и лауреат премии им. Генриха Виланда.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

## МОЗГ, ВОССТАНОВИ СЕБЯ

**Neurogenesis in Adult Subventricular Zone.** Arturo Alvarez-Buylla and Jose M. Garcia-Verdugo in *Journal of Neuroscience*, Vol. 22, No. 3, pages 629—634; February 1, 2002.

**Why Are Some Neurons Replaced in Adult Brains?** Fernando Nottebohm in *Journal of Neuroscience*, Vol. 22, No. 3, pages 624—628; February 1, 2002.

**Antidepressants and Neuroplasticity.** Carrol D'Sa and Ronald S. Duman in *Bipolar Disorders*, Vol. 4, No. 3, pages 183—194; June 2002.

**Neurogenesis after Ischaemic Brain Insults.** Zaal Kokaia and Olle Lindvall in *Current Opinion in Neurobiology*, Vol. 13, No. 1, pages 127—132; February 2003.

**Neurogenesis in the Adult Brain: New Strategies for CNS Diseases.** Dieter C. Lie et al. in *Annual Reviews of Pharmacology and Toxicology*.

## ВИАГРА ДЛЯ МОЗГА

**Memory: From Mind to Molecules.** Scientific American Library, No. 69. W. H. Freeman and Company, 1999.

Remembering and Forgetting: Sessions 3 and 4 of the President's Council of Bioethics, October 17, 2002. Available online at [www.bioethics.gov/transcripts/oct02/oct17.html](http://www.bioethics.gov/transcripts/oct02/oct17.html)

**Targeting the CREB Pathway for Memory Enhancers.** Tim Tully, Rusiko Bourtchouladze, Rod Scott and John Tallman in *Nature Reviews: Drug Discovery*, Vol. 2, No. 4, pages 267—277; April 2003.

Eric Kandel's Nobel address is available online at [www.nobel.se/medicine/laureates/2000/Kandel-lecture.html](http://www.nobel.se/medicine/laureates/2000/Kandel-lecture.html)

## ЧТЕНИЕ МЫСЛЕЙ

**Event-Related Potentials in the Detection of Deception, Malingering, and False Memories.** J.Peter Rosenfeld in *Handbook of Polygraph Testing*. Edited by Murray Kleiner. Academic Press, 2001. Предварительный текст статьи доступен по адресу [www.psych.northwestern.edu/psych/people/faculty/rosenfeld/NewFiles/P300%20and%20ERP%207-99.pdf](http://www.psych.northwestern.edu/psych/people/faculty/rosenfeld/NewFiles/P300%20and%20ERP%207-99.pdf)

**Brain Activity during Simulated Deception: An Event-Related Functional Magnetic Resonance Study.** D.D.Lenglehen, L.Schroeder, J.A.Maldjian, R.C.Gur, S.McDonald, J.D.Ragland, C.P.O'Brien and A.R.Childress in *Neuroimage*, Vol.15, No3, pages 727—732. Доступно по адресу: [www.uphs.upenn.edu/trc/conditioning/neuroimage15\\_2002.pdf](http://www.uphs.upenn.edu/trc/conditioning/neuroimage15_2002.pdf)

**The Polygraph and Lie Detection.** Board on Behavioral, Cognitive, and Sensory Sciences and Education (BCSSE), Committee on National Statistics (CNSTAT). National Academies Press, 2003. Доступно по адресу [www.nap.edu/books/0309084369/html](http://www.nap.edu/books/0309084369/html)

Интернет-сайт Лаборатории Марселя Джаста в Центре когнитивного картирования мозга Университета Карнеги-Меллона. [http://coglab.psy.cmu.edu/index\\_main.html](http://coglab.psy.cmu.edu/index_main.html)

## ДРУГАЯ ЧАСТЬ МОЗГА

**Driving Mr. Albert: A Trip across America with Einstein's Brain.** Michael Paterniti. Delta, 2001.

**New Insights into NeuronGlia Communication.** R. D. Fields and B. StevensGraham in *Science*, Vol. 298, pages 556—562; October 18, 2002.

**Adenosine: A NeuronGlia Transmitter Promoting Myelination in the CNS in Response to Action Potentials.** B. Stevens, S. Porta, L. L. Haak,

V. Gallo, and R. D. Fields in *Neuron*, Vol. 36, No. 5, pages 855—868; December 5, 2002.

**Astrocytic Connectivity in the Hippocampus.** JaiYoon Sul, George Orosz, Richard S. Givens, and Philip G. Haydon in *Neuron Glia Biology*, Vol.1, pages 3—11; 2004.

Also see the journal *Neuron Glia Biology*: [www.journals.cambridge.org/jid-NGB](http://www.journals.cambridge.org/jid-NGB).

## ЭТОТ ЗАГАДОЧНЫЙ МОЗЖЕЧОК

**The Role of the Cerebellum in Motor Control and Perception.** Michael G. Paulin in *Brain Behavior and Evolution*, Vol. 41, pages 39—50; February 1993.

**The Cerebellum and Cognition.** Edited by Jeremy D. Schmahmann. Academic Press, 1997.

**Cerebellar Contributions to Cognition and Imagery.** Richard B. Ivry and Julie A. Fiez in *New Cognitive Neurosciences*. Edited by Michael S. Gazzaniga. MIT Press, 2000.

**The Cerebellum: Recent Developments in Cerebellar Research.** Edited by Stephen M. Highstein and W. Thomas Thatch. New York Academy of Sciences, 2002.

## МОЗГ И СОЗНАНИЕ

Иваницкий А.М., Стрелец В.Б. и Корсаков И.А. **Информационные процессы мозга и психическая деятельность.** М.: Наука, 1984.

Иваницкий А.М. **Главная загадка природы: как на основе процессов мозга возникают субъективные переживания** // Психологический журнал. 1999. Т. 20. В. 3. С. 93—104.

Ливанов М.Н. **Пространственная организация процессов головного мозга.** М.: Наука, 1972.

Пенроуз Р. **Тени разума. В поисках науки о сознании. Часть 1. Понимание разума и новая физика.** М., Ижевск: Институт компьютерных технологий, 2003. 368 с.

Симонов П.В. **Лекции о работе головного мозга. Потребностно-информационная теория высшей нервной деятельности.** М.: Наука, 2001.

Edelman G.M., Tononi G. **Consciousness. How matter becomes imagination.** London. Penguin Books. 2000.

Ivanitsky A.M., Nikolaev A.R. & Ivanitsky G.A. **Cortical connectivity during word association search** // *Int. J. Psychophysiol.* 2001. Vol. 42. No 1. P. 35—53.

Mishkin M., Suzuki W. & Gadian D.G., **Varha-Khadem F. Hierarchical organization of cognitive memory** // *Phi. Trans. R. Soc. Lond. B.* 1997. V. 352. P. 1461—1467.

Posner M.I., Raichle M.E., 1997. **Images of Mind.** New York: Scientific American Library. 1997.

## УСПЕХИ КОГНИТИВНЫХ НАУК

Величковский Б. М. и Шмидт К.-Д. (1977). **Долговременная перцептивная память.** Вестник МГУ (Серия 14: Психология), 1, 17—26.

Leibowitz H. W. (1996). **The symbiosis between basic and applied research.** *American Psychologist*, 51(4), 366—370.

Velichkovsky B. M., Pomplun M. & Rieser H. (1996). **Attention and communication: Eye-movement-based research paradigms.** In W. H. Zangemeister, S. Stiel & C. Freksa (Eds.), *Visual attention and cognition.* Amsterdam/New York: Elsevier Science Publisher.

Velichkovsky B. M., Rothert A., Kopf M., Dornhoefer S. M., & Joos M. (2002). **Towards an express diagnostics for level of processing and hazard perception.** *Transportation Research, Part F*, 5 (2), 145—156.

## МИФОЛОГИЯ САМООЦЕНКИ

**The Social Importance of Selfesteem.** Edited by Andrew M. Mecca, Neil J. Smelser and John Vasconcellos. University of California Press, 1989.

**Violent Pride.** Roy F. Baumeister in *Scientific American*, Vol. 284, No. 4, pages 82-87; April 2001.

**Does High SelfEsteem Cause Better Performance, Interpersonal Success, Happiness, or Healthier Lifestyles?** Roy F. Baumeister, Jennifer D. Campbell, Joachim I. Krueger and Kathleen D. Vohs in *Psychological Science in the Public Interest*, Vol. 4, No. 1, pages 1—44; May 2003.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### ИНФОРМАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА, ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И БУДУЩЕЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. **Синергетика и прогнозы будущего**. М.: Наука, 1997. В 2002 г. эти исследования были отмечены премией правительства РФ.

Капица С.П. **Общая теория роста человечества**. М.: Наука, 1999. (См. также журнальные статьи С.П. Капицы: **Модель глобального роста населения и экономическое развитие человечества** // Вопросы экономики, №12, 2000; **Глобальная демографическая революция и будущее человечества** // Новая и новейшая история, №4, 2004; **Об ускорении исторического времени** // Новая и новейшая история, №6, 2004; **Демографическая революция и будущее человечества** // «В мире науки», №4, 2004; **Глобальная демографическая революция** // Международная жизнь, №11, 2005; **Историческое время, информация, демографическая революция и будущее человечества** // Общественные науки и современность, №4, 2006).

Kapitza S. P. **Global population blow up and after. The demographic revolution and information society**. A Report to the Club of Rome. М.: Nauka, 2004.

Kapitza S. P. **The statistical theory of global population growth** // Formal description of evolving systems. Eds. J. Nation et al., lower Academic Publishers, pp.11—35, 2003

**Демографическая модернизация России, 1900—2000** / Под ред. А.Г. Вишневого. М.: АСТ, 2005.

Бьюкенен П. Дж. **Смерть Запада. Чем вымирание населения и усиление иммиграции угрожает нашей стране и цивилизации**. Пер. с англ. М.: АСТ, 2004.

**Culture matters. How values shape human progress**. Eds. L.E. Harrison and S.P. Huntington. NY: Basic Books, 2000.

Сен А. **Развитие как свобода**. Пер. с англ. М.: Новое издательство, 2004.

**К обществам знания. Всемирный доклад ЮНЕСКО**. Предисловие К. Мацуура. ЮНЕСКО, Париж, 2005.

### ВЗРОСЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

**How Many People Can the Earth Support?** Joel Kohen, W.W. Norton, 1995.

**A Concise History of World Population: An Introduction to Population Processes**. Third revised edition, Massimo LiviBacci. Blackwell Publishers, 2001.

**Demography: Measuring and Modeling Population Processes**. Samuel H. Preston, Patrick Heuveline and Michel Guillot. Blackwell Publishers, 2001.

Вебсайт Отдела народонаселения Секретариата ООН: [www.un.org/esa/population/unpop.htm](http://www.un.org/esa/population/unpop.htm)

Справочное управление по вопросам народонаселения: [www.prb.org](http://www.prb.org)

## АВТОРЫ КАРТИН, ИЛЛЮСТРИРУЮЩИХ СБОРНИК

Артур Рэкхем

Густав Климт

Карл Брюллов

Кузьма Петров-Водкин

Леонардо да Винчи

Марсель Дюшан

Микеланджело Буонаротти

Нико Пиросмани

Пабло Пикассо

Питер Брейгель

Ремедиос Варо

Сальвадор Дали

Уильям Блейк

Фрида Кало

Эгон Шиле



## Журналу Scientific American – 160 лет

На заре своего существования *Scientific American* выглядел более чем скромно. В 1845 г. художник и изобретатель Руфус Портер начал издавать еженедельную листовку. Дедушка *Scientific American* носил длинное название *The Advocate of Industry and Enterprise, and Journal of Mechanical and Other Improvements* и был посвящен в основном событиям в области промышленности и предпринимательства и отчасти изобретениям. Однако менее чем через год Портеру наскучила издательская деятельность, и он продал свое детище Орсону Мунну и Альфреду Бичу за \$800.

Журнал начал стремительно развиваться и занял важное место в жизни научного сообщества. Так, он способствовал созданию филиала Патентного агентства США (1850 г.), которое консультировало изобретателей и обеспечивало им техническую поддержку. К началу XX в. более 100 тыс. изобретений были запатентованы благодаря *Scientific American*.

Тогда, на пороге промышленной революции, когда основным средством передвижения еще оставалась лошадь, а главным методом лечения — кровопускание, каждое техническое изобретение воспринималось как откровение. Казалось, что человечество вот-вот вступит в новую эру невиданных возможностей и прорывов. Столетиями цивилизация развивалась крайне медленно. Несмотря на великие открытия Кеплера и Ньютона (XVI–XVII вв.), вопреки интеллектуальному подвигу

энциклопедистов XIII в., достижения научной мысли практически не оказывали влияния на повседневную жизнь миллионов людей. Поэтому когда аккумулируемый годами научный потенциал многих поколений ученых стал приносить зримые плоды, воплотившиеся в чудо-машины, аудитория журнала была в восторге. Сотрудники *Scientific American* увлеклись новыми технологиями не меньше своих читателей. Так, в 1899 г. появилась публикация, посвященная велосипедам и автомобилям: журналисты с восхищением сообщали о новом мировом рекорде, установленном Генри Фордом на льду озера Сент-Клер в Мичигане.

Журнал с интересом следил за открытиями и достижениями и тем самым приобрел уважение и доверие среди исследователей и изобретателей. На страницах *Scientific American* появлялись публикации о бессемеровском процессе преобразования чугуна в сталь, телефоне, лампе накаливания и т.д.

Между тем издание стремилось информировать своих читателей о последних тенденциях научной мысли раньше, чем сами открытия станут достоянием общественности. Так, фотографии самолета братьев Райт появились на страницах журнала за два года до их удачного полета в местечке Китти Хок в Северной Калифорнии. В 1921 г. Роберт Годдард, один из пионеров космонавтики, опубликовал в *Scientific American* статью о конструировании ракеты, которая

будет способна покрыть «межпланетные расстояния».

В 1948 г. издание, много лет принадлежавшее корпорации *Munn & Co.*, приобрели Джеральд Пил, Деннис Фленнеган и Дональд Миллер, которые и создали собственно *Scientific American, Inc.* Так была открыта следующая страница истории журнала — к работе редакции стали привлекаться сами ученые, авторы научных разработок и открытий. До сих пор ни один журнал не делал ничего подобного. Отныне читатели получили возможность узнавать информацию не только первыми, но и из первых рук.

В наши дни издание по-прежнему остается в авангарде мировой научной мысли. Спутниковая связь, трансплантология, нейтрализация мозга, разработка вакцин и новейших лекарственных препаратов, уникальные археологические находки и антропологические исследования, полеты в космос и погружения в бездны океана, скрытая от посторонних глаз жизнь галактик и молекул, чудесные возможности микрочипов и тайны подсознания — все это находит отражение на страницах журнала.

Авторами материалов SA в разное время стали более 120 лауреатов Нобелевской премии, причем многие из них опубликовали результаты своих исследований задолго до присуждения им награды. *Scientific American* пользовался уважением таких столпов мировой науки, как А. Эйнштейн, Ф. Крик, Д. Салк, Л. Паулинг.

Листая страницы журнала, читатели видят, как самые дерзкие замыслы сегодня становятся явью, завтра прочно входят в повседневную жизнь, а послезавтра вызывают лишь снисходительную улыбку. И новые поколения исследователей и изобретателей рисуют на страницах журнала блистательные и фантазмагорические картины будущего, которое скоро станет настоящим.

В наше время, в эпоху высоких технологий и скоростей, мир стремительно движется вперед, и *Scientific American* старается не только не отставать, но и опережать события, отмечая тенденции развития научной мысли. Каким будет мир завтра? Постоянные читатели уже могут составить себе некоторое представление об этом и даже попытаться вместе с авторами ответить на самые важные вопросы о грядущем — от самых серьезных до самых наивных. На чем будут ездить через 100 лет? Удастся ли продлить человеческую жизнь? Каким предстанет общество будущего?

В 1986 г. журнал в очередной раз сменил владельца — им стал основатель немецкой редакции

*Verlagsgruppe* Георг фон Хольцбринк. Сегодня издание возглавляет седьмой по счету редактор Джон Ренни, в 2002 г. получивший премию *Sagan* за популяризацию науки.

Одной из проблем и парадоксов нынешней эпохи является то, что, живя в едином информационном пространстве, интеллектуалы часто имеют ограниченный доступ к грамотной, полноценной, квалифицированной и дифференцированной научной информации. Читателям предлагается либо множество популярных журналов, где интересные сведения перемежаются с псевдонаучными, либо сугубо научные профессиональные и узкоспециализированные издания, доступные пониманию лишь специалистов. *Scientific American* пытается восполнить пробел — сотрудники журнала стремятся к тому, чтобы самые сложные проблемы излагались доступным языком. Студенты и преподаватели, специалисты разных направлений и просто те, кто интересуется наукой, получают возможность познакомиться с трудами современных исследователей.

Подобно тому, как сама наука постоянно совершенствуется, *Scientific American* также растет и развивается. Сегодня его читают в разных уголках мира на 15 языках, совокупный тираж превышает 1 млн. экземпляров. Причем национальные издания, будь то французское, польское или русское, имеют возможность знакомить свою аудиторию не только с событиями на мировой научной арене, но и с местными открытиями и разработками.

*Scientific American* — одно из наиболее авторитетных научных изданий с момента своего создания отличающееся скупозеленым подходом к материалу и стремлением к расширению кругозора. Журнал открыт для любой новой, интересной и, что важно, достоверной информации.





SCIENTIFIC AMERICAN  
«В МИРЕ НАУКИ»

# МОЗГ И СОЗНАНИЕ

АЛЬМАНАХ

Руководитель проекта,  
главный редактор журнала «В мире науки»

**Сергей Петрович Капица**

Научный консультант *Андрей Петрухин*  
Редакторы-составители *Валентина Катаева*  
*Варвара Ардаматская*  
Научный редактор *Владимир Свечников*  
Дизайн и верстка *Любовь Рочева*  
Корректор *Мария Янушкевич*

**ЗАО «В мире науки»**

Москва, ул. Радио, д. 22, офис 408, 409  
Телефон: (495) 727-35-30, тел./факс (495) 105-03-72  
e-mail: [edit@sciam.ru](mailto:edit@sciam.ru); [www.sciam.ru](http://www.sciam.ru)