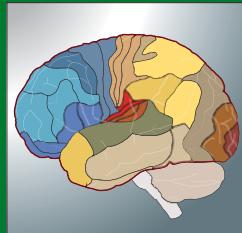


ЛУЧШИЙ ЗАРУБЕЖНЫЙ УЧЕБНИК



Б. БААРС, Н. ГЕЙДЖ

МОЗГ ПОЗНАНИЕ РАЗУМ

ВВЕДЕНИЕ В КОГНИТИВНЫЕ НЕЙРОНАУКИ

1



МОЗГ
ПОЗНАНИЕ
РАЗУМ

COGNITION, BRAIN AND CONSCIOUSNESS

**INTRODUCTION TO COGNITIVE
NEUROSCIENCE**

Second Edition

**Bernard J. Baars
Nicole M. Gage**



AMSTERDAM • BOSTON • HEIDELBERG • LONDON • NEW YORK • OXFORD
PARIS • SAN DIEGO • SAN FRANCISCO • SINGAPORE • SYDNEY • TOKYO

Academic Press is an imprint of Elsevier





ЛУЧШИЙ ЗАРУБЕЖНЫЙ УЧЕБНИК

Б. Баарс, Н. Гейдж

МОЗГ ПОЗНАНИЕ РАЗУМ

ВВЕДЕНИЕ В КОГНИТИВНЫЕ
НЕЙРОНАУКИ

В двух томах

1

Перевод 2-го английского издания
под общей редакцией
профессора, д-ра биол. наук
В. В. Шульговского

4-е издание



Москва
Лаборатория знаний

УДК 612
ББК 28.707
М74

Серия основана в 2006 г.

Переводчики:

В. Н. Егорова (гл. 6, 8), М. А. Каменская (гл. 1, 2),
В. М. Ковальzon (гл. 5, 7, 9, 13), А. В. Любителев (гл. 3, 16),
О. Б. Мацелепа (гл. 4, 10–12, 14, 15)

Мозг, познание, разум: введение в когнитивные нейронауки :
М74 в 2 т. Т. 1 / под ред. Б. Баарса, Н. Гейдж ; пер. с англ. ; под ред.
проф. В. В. Шульговского. –4-е изд. –М. : Лаборатория знаний,
2019. –541 с. : ил. [8] с. цв. вкл. –(Лучший зарубежный учебник).

ISBN 978-5-00101-184-2 (Т. 1)
ISBN 978-5-00101-183-5

В книге изложены результаты новейших исследований связи строения мозга и способности человека к познанию. В наглядной и доступной форме представлена взаимосвязь строения мозга, психологических функций, эффектов восприятия и умственных способностей человека. Выводы основаны на данных, полученных в психологии, биологии, медицине, биохимии и физике. Показано, что когнитивные механизмы и механизмы восприятия, которые изучались на уровне поведения, в настоящее время могут наблюдаться на уровне работы самого мозга благодаря использованию новейших методов визуализации мозговых процессов.

Для студентов и преподавателей биологических, психологических и медицинских вузов, педагогов, всех интересующихся когнитивной нейронаукой и работающих в этой области.

УДК 612
ББК 28.707

Учебное издание

Серия: «Лучший зарубежный учебник»

МОЗГ, ПОЗНАНИЕ, РАЗУМ: ВВЕДЕНИЕ В КОГНИТИВНЫЕ НЕЙРОНАУКИ

В двух томах

Том 1

Ведущий редактор канд. биол. наук *В. В. Гейдебрехт*

Редактор канд. биол. наук *О. Б. Мацелепа*. Художник *Н. А. Новак*

Технический редактор *Е. В. Деникова*. Компьютерная верстка: *В. А. Носенко*

Подписано в печать 07.06.18. Формат 70×100/16.

Усл. печ. л. 44,2. Заказ

Издательство «Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3

Телефон: (499) 157-5272, e-mail: info@pilotLZ.ru, <http://www.pilotLZ.ru>

© 2010 Elsevier Ltd. All rights reserved.
This edition of COGNITION, BRAIN, AND
CONSCIOUSNESS, INTRODUCTION TO COGNITIVE
NEUROSCIENCE by Bernard Baars and Nicole Gage
is published by arrangement with ELSEVIER LIMITED
of The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford,
OX5 1GB, UK. ISBN 978-0-12-375070-9.
Книга «Мозг, познание, разум: введение
в когнитивные нейронауки» под ред. Б. Баарса,
Н. Гейдж опубликована с разрешения ELSEVIER
LIMITED, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington,
Oxford, OX5 1GB, UK
© Перевод и оформление. Лаборатория знаний, 2019

ISBN 978-5-00101-184-2 (Т. 1)
ISBN 978-5-00101-183-5

Оглавление

Предисловие	14
Глава 1. Психика и мозг	23
1.0. Введение.....	23
2.0. Приглашаем в нейропсихологию.....	24
3.0. Некоторые исходные положения	25
3.1. Расстояния: семь порядков размерностей.....	25
3.2. Время: десять порядков размерностей	28
3.3. Умозаключения — выход за рамки эмпирических данных	30
3.4. Согласуемость данных	34
3.5. Главные ориентиры на изображениях мозга	35
4.0. Немного истории и продолжающаяся дискуссия.....	37
4.1. Психика и мозг	40
4.2. Биологическая природа когнитивной деятельности и эмоций.....	41
4.3. Нейронная доктрина Рамон-и-Кахала: рабочая гипотеза науки о мозге	44
4.4. Пьер-Поль Брука: локализация центра речи	47
4.5. Осознаваемые и неосознаваемые психические явления.....	54
5.0. Наука возвращается к представлениям о сознании	59
5.1. Современные методы исследования осознаваемых и неосознаваемых процессов в мозге	61
5.2. Историческое развитие не остановилось	62
6.0. Заключение.....	64
7.0. Задания и упражнения к главе 1.....	66
7.1. Контрольные задания	66
7.2. Графические упражнения.....	67

Глава 2. Концептуальная структура когнитивной нейронауки	69
1.0. Введение	69
2.0. Классическое понятие оперативной памяти	71
2.1. «Внутренние чувства»	72
2.2. Выходные функции	74
2.3. Один краткий миг	74
2.4. Случай Клайва Уэринга с позиций функциональной схемы	78
2.5. Роль мгновенной памяти	79
3.0. Ограниченностъ функциональных способностей	81
3.1. Границы выполнения двойных задач	81
3.2. Некоторые функциональные способности мозга имеют широкие границы	84
3.3. Почему функциональные способности могут быть столь ограниченными?	85
3.4. Оценка оперативной памяти	86
4.0. Внутренние и внешние чувства	89
4.1. Глаз, ухо и голос психики	90
4.2. Психические образы формируются в зрительных областях коры мозга	92
4.3. Идентична ли внутренняя речь внешней речи?	92
4.4. Только ли один вид оперативной памяти?	93
5.0. Центральное управление	93
5.1. Исполнительная реакция и автоматизм	96
5.2. Управляемое и спонтанное внимание	98
6.0. Действие	100
7.0. Консолидация кратковременных событий в долговременную память	104
7.1. Оперативная память — результат активации постоянной памяти?	106
8.0. Заключение	107
9.0. Задания и упражнения к главе 2	108
9.1. Контрольные задания	108
9.2. Графические упражнения	109
Глава 3. Нейроны и связи между ними	111
1.0. Введение	111
1.1. Реальные и идеализированные нейроны	113
1.2. Возбуждение и торможение	115
1.3. Обработка информации нейронами	117
2.0. Рабочие гипотезы	118
2.1. Упрощенный случай: рецепторы, пути и контуры	119

3.0. Массивы и карты	124
3.1. Карты переходят в другие карты	127
3.2. Массивы нейронов чаще всего имеют связи двух типов	127
3.3. Сенсорные и моторные системы работают совместно	127
3.4. Временная кодировка: рисунки спайков и ритмы мозга	129
3.5. Точки выбора в потоках информации	133
3.6. Обработка, обусловленная ожиданием	135
4.0. Адаптация и обучение массивов нейронов	138
4.1. Обучение по Хэббу: «Активирующиеся одновременно нейроны образуют соединения между собой»	139
4.2. Дарвинистский подход в нервной системе: выживают клетки и синапсы, наиболее приспособленные к данной задаче	143
4.3. Обработка символьной информации и нейронные сети	145
5.0. Координация работы нейрональных сетей	146
5.1. Функциональная избыточность	148
6.0. Заключение	149
7.0. Задания и упражнения к главе 3	150
7.1. Контрольные задания	150
7.2. Графические упражнения	150
Глава 4. Методы: визуализация живого мозга	153
1.0. Введение	153
1.1. Регистрация работы мозга: более и менее прямые методы измерения	155
1.2. Соотношение пространственного и временного разрешений методов	155
2.0. Ряд полезных инструментов для измерения электрической и магнитной активности	159
2.1. Регистрация одиночных нейронов	159
2.2. Исследования на животных и человеке	163
2.3. Электроэнцефалография (ЭЭГ)	165
2.4. Магнитоэнцефалография	173
2.5. Вмешательство в работу мозга	174
3.0. фМРТ И ПЭТ: непрямое измерение нейронной активности	180
3.1. Области интереса	185
3.2. Мозг в состоянии покоя не молчит: внутренние процессы мозга	188

3.3. Эмпирическое определение когнитивных функций: уникальный способ	189
4.0. Новые способы определения взаимосвязи областей мозга: визуализация распределения тензора	191
5.0. Сознательные события против бессознательных	192
6.0. Корреляция и причинная связь	193
6.1. Для чего необходимо множество методик при исследовании функций мозга	195
6.2. Повреждения мозга и следствия этих повреждений	196
7.0. Заключение	198
8.0. Задания и упражнения к главе 4	198
8.1. Контрольные задания и графические упражнения	198
Глава 5. Мозг	201
1.0. Введение	201
1.1. Нервная система	202
1.2. География мозга	203
2.0. Развитие мозга начинается с нижних отделов	210
2.1. В строении мозга находят отражение эволюция и индивидуальное развитие	210
2.2. Развитие мозга от основания до вершины	210
3.0. От вопроса «где?» до вопроса «что?»: функциональная роль областей мозга	217
3.1. Полушария головного мозга: разделение на левую–правую половины	218
3.2. Исходящие и входящие сигналы: подразделение в направлении спереди назад	222
3.3. Основные доли: видимые и скрытые участки	226
3.4. Обширные взаимосвязи между корой и таламусом	233
3.5. Подчиненные участки подкорковых слоев	236
4.0. Заключение	239
5.0. Задания и упражнения к главе 5	240
5.1. Контрольные задания	240
5.2. Графические упражнения	240
Глава 6. Зрение	243
1.0. Введение	244
1.1. Тайна опыта зрительных впечатлений	244
1.2. Цель зрения: знание того, что находится	245

1.3. Знание об объекте: восприятие характерных черт, групп и объектов	245
1.4. Знание того, где находятся объекты	248
2.0. Функциональная организация зрительной системы	248
2.1. Сетчатка.	248
2.2. Латеральное коленчатое тело	252
2.3. Первичная, или стриарная, зрительная кора	254
2.4. Экстраприарные зрительные зоны — за пределами зоны V1	258
2.5. Поле МТ.	258
2.6. Центральный и дорсальный пути: знания «что» и «где»	258
2.7. Зоны, вовлеченные в распознавание объектов	262
2.8. Латеральный затылочный комплекс	262
2.9. Зона распознавания лиц	264
2.10. Парагиппокампальная область восприятия пространства	264
3.0. Теории зрительного осознания: где оно происходит?	264
3.1. Иерархическая и интерактивная теории зрения	268
4.0. Области мозга, необходимые для визуального восприятия:	
исследования повреждений	273
4.1. Последствия повреждений первичных зрительных зон	273
4.2. Поражения экстраприарной зоны — повреждения вне зоны V1	276
4.3. Повреждение центральных областей, воспринимающих предметы	277
4.4. Повреждение дорсальных областей теменной доли	282
5.0. Связь деятельности мозга и зрительного опыта.	283
5.1. Восприятие со многими устойчивыми состояниями	284
5.2. Бинокулярная конкуренция: то, что вы видите, — это то, что стимулирует вас	285
5.3. Зрительное обнаружение: видели ли вы это?	288
5.4. Созидательное восприятие: видеть больше, чем доступно глазу	289
5.5. Нервные корреляции с распознаванием объектов.	291
6.0. Управление зрительным осознанием.	292
6.1. Транскраниальная магнитная стимуляция	293
6.2. Бессознательное восприятие	296
7.0. Заключение.	299
8.0. Задания и упражнения к главе 6	300
Глава 7. Слух и речь	303
1.0. Введение.	303
1.1. Модель обработки информации.	304

1.2. Основы звука и слухового восприятия	307
2.0. Центральная слуховая система	312
2.1. Пути передачи слуховой информации	312
2.2. Слуховая кора	315
3.0. Функциональное картирование обработки слуховой информации	323
3.1. Первичная слуховая кора	323
3.2. Роль височной области в декодировании слухового сигнала	324
3.3. Корковые системы «что» и «где»	325
4.0. Восприятие речи	336
4.1. История вопроса	337
4.2. Ранние теории восприятия речи	340
4.3. Функциональное картирование специфических речевых процессов	342
4.4. Связь восприятия и формирования речи	343
4.5. Повреждения систем восприятия речи	344
4.6. Рабочая модель мозговых механизмов восприятия речи	349
5.0. Восприятие музыки	352
5.1. Этапы слуховой обработки музыки	352
5.2. Отдельная система для музыкального восприятия	353
6.0. Обучение и пластиность	355
6.1. Пластиность, связанная с депривацией	356
6.2. Пластиность, связанная с обучением	356
6.3. Пластиность, связанная с профессиональными навыками	358
7.0. Сознание и слуховые образы	358
7.1. Слуховое сознание во время сна и седативного состояния	359
7.2. Слуховое воображение	360
8.0. Заключение	361
9.0. Задания и упражнения к главе 7	362
9.1. Контрольные задания	362
9.2. Графические упражнения	362
9.3. Литература	363
Глава 8. Сознание и внимание	365
1.0. Введение	366
1.1. Бодрствующее состояние опосредовано сознанием	370
1.2. Состояния бодрствования, сна и сновидений должны быть регулярны по времени	371

1.3. Общие ритмы суточных состояний	373
1.4. Состояние нахождения в сознании имеет типичную таламокортиkalную активность.....	378
1.5. Таламокортиkalный центр: плотно взаимосвязанный и очень активный	381
1.6. Карты и ритмы	385
1.7. Двусторонние связи	385
1.8. Как синхронизируются нейроны.....	387
1.9. Синхронность для получения контроля.....	390
2.0. Бодрствование	394
2.1. Практическое мышление	394
2.2. Ориентация по месту, времени и людям	396
2.3. Бодрствование для обучения; сон делает возможным закрепление памяти	398
2.4. Внимание и сознание в общем делают возможным обучение	398
2.5. Потеря осознания предсказуемых событий.....	401
2.6. Скрытое обучение также требует сознания	404
2.7. Быстрые ритмы координируют задачи в состоянии бодрствования.....	404
2.8. Гамма-активность играет множество ролей	406
2.9. Синхронизация гамма-волн может соединять визуальные черты в осознаваемые образы	409
2.10. Тета-ритмы играют множество ролей	415
2.11. Альфа-ритмы	417
3.0. Внимание улучшает восприятие, познавательную способность и обучение.....	420
3.1. Фланговая задача Познера	420
3.2. Модель внимания	427
3.3. Опыты по вниманию и опыты сознания	433
4.0. Сон фазы быстрых движений глаз	435
4.1. Сны как состояние сознания	437
4.2. Закрепление событий в памяти во время БДГ-сна.....	438
5.0. Глубокий сон: подъемы и спады	441
5.1. Некоторая умственная активность происходит даже во время медленноволнового сна	442
5.2. Порог пробуждения изменяется на протяжении сна	442
5.3. Повторное «проигрывание» эпизодов в памяти и консолидация	443
6.0. Общее сопоставление	447
6.1. Отражает ли сознание функцию глобального рабочего пространства в головном мозге?	447

6.2. Передача сигналов повторным входом и степень интеграции осознаваемых явлений в головном мозге	454
6.3. Требуется ли для сознания личное познание?	457
6.4. Почему сознаваемые события подлежат регистрации?	459
6.5. Факты по необычным состояниям	460
7.0. Заключение.	471
8.0 Задания и упражнения к главе 8	473
Глава 9. Обучение и память.	479
1.0. Введение.	480
1.1. Общее представление о функции обучения и памяти	483
1.2. Обучение и память на функциональной схеме работы мозга.	485
1.3. Имплицитная и эксплицитная память.	488
2.0. Амнезия	489
2.1. НМ: наиболее изученный пациент с амнезией	491
2.2. Краткие сведения об амнезии	491
2.3. Сохраняющиеся функции при амнезии: имплицитная и процедурная память.	494
2.4. Сохраненное имплицитное обучение	496
3.0. Как формируются воспоминания.	500
3.1. Электрически вызванные автобиографические воспоминания	501
3.2. Длительная потенциация и длительная депрессия: возбуждающие и тормозные следы памяти	504
3.3. Консолидация: от временного хранения до постоянного	507
3.4. Быстрая консолидация: синаптические механизмы, транскрипция генов и синтез белка.	508
3.5. Системная консолидация: взаимодействие между медиальными отделами височных долей и новой корой.	510
4.0. Разновидности памяти	512
4.1. Эпизодическая и семантическая память: «припоминание» против «знания»	512
4.2. Эпизодические воспоминания могут со временем превращаться в семантические	515
4.3. Эпизодическая память и семантическая память часто комбинируются	517
5.0. Медиальная височная кора в эксплицитном обучении и памяти	518
5.1. Отвлечение внимания мешает обучению	519
6.0. Префронтальная кора, сознание и рабочая память	521
6.1. Работа с памятью: лобная доля целенаправленно работает с памятью	525

6.2. Префронтальная кора в эксплицитном (осознанном) и имплицитном (неосознанном) обучении и памяти	526
6.3. Различные типы рабочей памяти	528
6.4. Префронтальная кора — хранение информации или управление процессом?	530
6.5. Объединение префронтальных и медиальных височных областей для обеспечения процессов рабочей памяти	531
7.0. Извлечение информации из памяти и метапознание	533
7.1. Извлечение из памяти ложной информации	534
7.2. Межполушарная латерализация при извлечении информации	534
7.3. Тета-ритмы могут координировать извлечение из памяти	536
8.0. Другие виды обучения	537
9.0. Заключение	539
10.0. Задания и упражнения к главе 9	540

Предисловие

Стремление идти в ногу со временем при изучении когнитивной нейробиологии очень схоже со стремлением оседлать на серфинге Большую волну около пляжа Вайкики. От постоянного появления новых фактов в этой области становится захватывающе интересно и немного страшно. И все же мы продолжаем взбираться на наши умственные доски для серфинга, чтобы поймать набегающую волну этого все усложняющегося научного знания. Данная книга создавалась с целью формирования общего представления о еще только зарождающейся науке. Особый стиль изложения основного материала делает ее доступной как для студентов, так и для всех интересующихся читателей любого уровня.

Второе издание книги претерпело ряд усовершенствований.

1. Добавлена новая глава *Гены и молекулы мышления* (гл. 16), которая знакомит читателя с современными разработками в области молекулярных основ сознания. Известно, что нейроны формируют связи с другими нейронами, экспрессируя белки под контролем генетического (и эпигенетического) аппарата клетки. Таким образом, знание молекулярного уровня необходимо для понимания таких функций, как обучение, речь, восприятие и других.
2. С учетом данных, полученных за последние десять лет, полностью пересмотрена глава о *Сознании и внимании* (гл. 8). Невероятный прорыв в данной области позволил совершить открытие новых методов регистрации деятельности мозга. Например, было показано, что мозговые ритмы несут информацию как о сознательных, так и о бессознательных процессах.
3. Была произведена большая ревизия гл. 12 *Цели, управляющий контроль и действия*, в которой с позиции современных данных о строении префронтальной коры проясняются многие загадки о значении лобных долей — «органов цивилизации», длительное время считавшихся непостижимыми.
4. Добавлены новые текстовые вставки *Перспективы когнитивной нейронауки*. Свои точки зрения на важные направления и открытия, сделанные недавно в рамках когнитивной нейронауки, представляют ведущие ученые со всего мира:
 - Нельсон Кован (Nelson Cowan, PhD), Университет Миссури
 - Дэвид Иглман (David Eagleman, PhD), Медицинский колледж Бэйлора
 - Джеральд Эдельман (Gerald Edelman, MD), Институт нейронаук
 - Пол Флетчер (Paul Fletcher, PhD), Кембриджский университет
 - Анжела Фридеричи (Angela Friederici, PhD), Институт человеческой когнитологии и науки о мозге общества Макса Планка

- Кристофер Фрис (Christopher Frith, PhD), Центр исследования мозга «Вэлкам Траст»
 - Кристоф Кох (Christof Koch, PhD), факультет биологии Калифорнийского технологического института
 - Стефан Л. Макник (Stephen L. Macknik, PhD), Нейрологический институт Барроу
 - Сюзана Мартинез-Конде (Susana Martinez-Conde, PhD), Нейрологический институт Барроу
 - Анирудх Пател (Aniruddh Patel, PhD), Институт нейронаук
 - Чаран Ранганах (Charan Ranganath, PhD), Университет Калифорнии, Дейвис
 - Майкл Рагг (Michael Rugg, PhD), Университет Калифорнии, Ирвин
 - Дженни Саффран (Jenny Saffran, PhD), Университет Висконсина, Мэдисон
 - Лари Сквир (Larry Squire, MD), Университет Калифорнии, Медицинская школа Сан Диего
5. Во второе издание включен словарь терминов. Так как освоение терминологии является одним из наиболее сложных этапов изучения когнитивной нейронауки, мы надеемся, что это дополнение будет хорошим вспомогательным средством для студентов и преподавателей.
6. В начало книги помещен новый мини-атлас человеческого мозга, знание строения которого служит первым шагом к пониманию когнитивных наук. Так как мозг невероятно сложен по своему топографическому устройству, в первом издании мы использовали иллюстрации из анатомии Грея и других источников издательства Elsevier/Academic Press. Для большей помощи новичкам при изучении «ландшафта мозга» во второе издание добавлен мини-атлас — компас и карта «территории».
7. И наконец, приложение по методам визуализации мозга было полностью обновлено экспертом в данной области, доктором Томасом Рамсой из Университета Копенгагена.

Как писали Кристофер Фрис, Михаель Познер и другие, в последние несколько десятилетий мы наблюдаем заключение союза между когнитивной наукой и наукой о мозге, который строится на взаимовыгодных исходных преимуществах каждой из них. Когнитивные механизмы и механизмы восприятия, изучавшиеся на уровне поведения, в настоящее время могут наблюдаться непосредственно на уровне работы самого мозга благодаря использованию новейших методов визуализации мозговых процессов. Впервые в реальном времени мы можем наблюдать деятельность живого мозга, которая формировалась в процессе эволюции более сотни миллионов лет. Результаты этого исследования невероятно богаты и соединяют в себе новейшие данные психологии и биологии, медицины, биохимии и физики. В то же время наибольшее число научных разработок строится на базе хорошо устоявшихся психологических концепций и методик. В результате мы можем наблюдать, как психология и наука о мозге

удивительным образом дополняют друг друга. *Когнитивная нейронаука* становится обязательной составляющей образовательных программ по психологии, биологии, педагогике и медицине.

Сложно охватить науку о мышлении за один курс. Многие лекторы замечают, что большая часть учебного времени тратится на изучение строения самого мозга, и очень мало времени остается для освещения сложных интегративных процессов. Несмотря на то, что знание устройства мозга необходимо, фокусирование исключительно на анатомии может помешать достижению целей преподавания.

В данной книге к решению этой проблемы авторы подходят с нескольких сторон. Во-первых, текст в своей основе придерживается гибкой обучающей линии, которая включает стандартные разделы, такие как сенсорное восприятие в зрительной и слуховой системах, рабочая память, внимание и сознание, высшие нервные функции, язык и восприятие, когнитивная деятельность, эмоции, социальное познание и развитие. Во-вторых, знакомство с деятельностью мозга происходит постепенно, шаг за шагом, с поэтапным усложнением материала. Для облегчения восприятия информации в книге используется особая *функциональная основа*. Этот широко распространенный способ позволяет собрать все главные разделы в единую схему, которая углубляется и разрастается деталями по ходу изложения. Функциональную основу книги можно рассматривать с разных сторон. Например, процесс хранения информации можно изучать исходя из понятий активной рабочей памяти, а восприятие, когнитивную и высшую нервную деятельность — на фоне постоянного сохранения в мозге текущей информации (гл. 2). Функциональная основа помогает разобраться в обоих случаях.

После прохождения бесплатной регистрации для преподавателей и студентов становится доступной информация на сайте <http://textbooks.elsevier.com>. Дополнительные материалы для старших наставников включают все рисунки книги и подписи к ним в формате PowerPoint, а также видеоИнструкции и мультимедийные файлы. Студенты могут ознакомиться с краткими обзорами глав, тестами, рисунками и видео. Сайт будет постоянно обновляться и дополняться в зависимости от поступления новых данных, и авторы будут рады учесть ваши предложения и идеи по поводу его содержимого.

Материал глав предлагается изучать в любой последовательности, удобной для преподавания. Для студентов, продолжающих обучение, содержание глав 4 и 5 можно подать в кратком изложении. Для начальных курсов эти темы являются основными и могут быть дополнены информацией из приложения (авторы — Томас Рамсой с коллегами). Приложения также удобно использовать в качестве справочного материала.

В книге рассматриваются все возможные нарушения мозговой деятельности, начиная с описания случаев повреждения памяти у Генри Молайсона (Henry Gustav Molaison, HM) и возникновения антероградной амнезии в результате вирусной инфекции у Клайва Веринга (гл. 2 и 9) и заканчивая слепым зрением, гемиагнозией, прозопагнозией и другими расстройствами зрительной систе-

мы. В гл. 11, посвященной высшим нервным функциям, описаны расстройства, вызванные чрезмерным или недостаточным центральным управлением. Так, в случае некоторых расстройств не наблюдаются нарушения двигательной системы и когнитивных функций: кажется, что пациенты просто не желают выполнять движение. Однако иногда они спонтанно начинают копировать поведение другого человека и не могут остановиться. Например, импульсивно поднимаются, если осматривающий их врач встает со стула. Подобные расстройства, связанные с чрезмерным или недостаточным центральным управлением, позволяют выявить основы высших нервных функций человека.

Ряд нарушений имеет психологические аналоги. Профессиональные музыканты, такие как Ван Клиберн (Van Cliburn), иногда не в состоянии подавить желание подпевать во время игры на инструменте, а высококвалифицированные специалисты могут потерять высший контроль над автоматическими действиями, особенно при наличии одновременной мыслительной нагрузки. Наоборот, классическим симптомом глубокой депрессии, например, является невозможность инициировать и выполнить движение. Области мозга, задействованные в такие «чисто психологические» недостатки, как правило, связаны с органическими нарушениями. Здесь мы наблюдаем еще один пример значительного упрощения информации, что позволяет читателям получить общую картину быстрее, чем разрозненные факты.

В научных исследованиях психологическая тематика обычно сводится к рассмотрению данных о работе мозга. Например, на сегодняшний день считается, что вербальное проявление классической рабочей памяти — возможность мысленно повторять последовательности чисел и наборы слов — является частью нормального проявления речевой функции. Однако открытие возможности активации областей мозга, ответственных за речевые функции, при мысленном повторении слов (Baddeley, 2003), доказывает, что «фонологическая петля» рабочей памяти, больше не является отдельной когнитивной функцией, а рассматривается в виде беззвучной активности речевой зоны коры. Похожие результаты (Kosslyn *et al.*, 2004) показали, что при создании мысленных зрительных образов участвует совокупность областей коры головного мозга, вовлеченных в нормальную зрительную перцепцию. Более удивителен тот факт, что внимание к зрительным стимулам очень тесно связано с контролем движений глаз. Спортсмены и музыканты используют сенсомоторные области коры головного мозга для осуществления мысленных тренировок. Таким образом, во «внутренние» и «внешние» процессы вовлечены перекрывающиеся области мозга, что значительно облегчает понимание вышеизложенных фактов.

В когнитивной нейробиологии далеко не всегда существует возможность упрощенно изложить факты. Авторы смогли организовать данный текст на основе повторения тем, благодаря чему материал стал легче для понимания и преподавания и позволяет нам исследовать широкий круг основных проблем, включающих эмоции, социальный разум и развитие.

Для углубления знаний студентов разработаны дополнительные материалы. Они представлены с помощью наглядных пособий, изображений и обучающих

схем, а также в виде презентаций формата PowerPoint и видеоклипов. Наилучшим образом проиллюстрировать ряд феноменов можно на примере экспериментов и с помощью видеоматериала. Например, можно показать пациента с синдромом окружения (псевдокома), который способен общаться с окружающим миром только при помощи движения глаз по виртуальной клавиатуре. Для сравнения можно продемонстрировать пациента, который выглядит аналогично, но находится в настоящей коме.

Для облегчения процесса обучения в конце каждой главы приводятся вопросы для повторения и графические упражнения. Мы особенно рекомендуем пользоваться такими упражнениями, так как самостоятельное создание сложных трехмерных моделей организации мозга способствует лучшему их пониманию.

В книге представлен ряд актуальных тем о постоянно меняющихся перспективах когнитивной нейронауки. Одной из них является взаимоотношение «разума», такого как мы его осознаем, и «мозга», такого как мы его наблюдаем, т. е. исторически сложившаяся проблематика о сознании и его мозговых коррелятах. Как недавно сказал Аллан Бэдли (Alan Baddeley), «пожалуй, самым значительным изменением за последние двадцать лет в области психологии и когнитивной науки... можно назвать принятие того, что сознание является законной и разрешимой научной проблемой».

Новый взгляд на проблему сознания внес изменения в исследования процессов восприятия, памяти и внимания, которые можно наблюдать в пионерских работах Енделя Тульвинга (Endel Tulving), Дэниела Шахтера (Daniel Shachter), Джеральда Эдельмана (Gerald Edelman), Френсиса Крика (Francis Crick), Кристофа Коха (Chrisnof Koch) и других. В то время как во многих других учебниках имеется только одна отдельная глава про сознание, мы считаем, что к этой широкой теме надо постоянно возвращаться по ходу всего учебника. Как было написано в юбилейной 125-й статье в журнале *Science*, проблема сознания считается в настоящее время одной из самых главных, неразрешенных проблем биологии. Несмотря на то что многое в этом вопросе еще необходимо понять, психологи уже давно изучают процессы сознания в контексте таких проблем, как «эксплицитное сознание» и «фокусное внимание». Эти понятия оцениваются исходя из точного поведенческого ответа и с самого начала развития психофизики, т. е. более двух сотен лет назад, сигнализируют о наличии когнитивных процессов в мозге. Таким образом, термин «сознание» может быть использован как ярлык, аналогичный «памяти» и «восприятию», с определенным числом подтем, таких как подсознательное восприятие, автобиографическая память и селективное внимание.

Произвольный контроль функций и деятельности тоже перемещается в исследованиях на передний план, но иногда под названиями «стратегический контроль» и «высшие психические функции». В мозге произвольные и непроизвольные функции могут быть четко разделены на основании данных анатомии и физиологии. Значительные различия возникают также при визуализации функций мозга и поведения. И наконец, изучение высших психических функ-

ций открывает новое понимание «личности» в повседневной жизни, что изучается социальной и личностной психологией.

Все эти разделы показывают поразительную взаимозависимость данных о поведении и работе мозга.

На сегодняшний день механизмы возникновения эмоций и социального поведения также находятся в развитии. «Зеркальные нейроны» связывают с возможностью воспринимать намерения других; бессознательные «лица угрозы» могут стимулировать миндалину; и противоположные проявления самоконтроля, вероятно, приводят к возникновению конкурирующих импульсов в префронтальной коре.

Когнитивная нейробиология расположена на передовом крае науки и представляет интерес для многих ученых. Наградой студентам за старания при ее изучении будет более глубокое понимание человеческой природы, которая никогда не была более понятной и убедительной, чем сейчас.

Авторы выражают огромную благодарность доктору Йоханесу Мензелу (Johannes Menzel), редактору издательства Elsevier, за предложенные решения и помочь в разработке структуры книги. Мы очень признательны Кларе Каруана (Clare Caruana), редактору по развитию отдела книг по биологическим наукам, Academic Press, Elsevier, за ее руководство и поддержку на протяжении работы над вторым изданием. Во время подготовки текста Йоханес и Клара занялись новыми и более сложными проектами, и мы приняли в наш коллектив Майка Хейли (Mica Haley), старшего рецензента издательства, и Мелиссу Тернер (Melissa Turner), редактора по развитию. Майк и Мелиssa начали работу над вторым изданием и с легкостью провели нас через сложные стадии подготовки этого огромного текста. Мы ценим их бесконечную доброту, советы и поддержку, оказанные на всем протяжении этого трудного периода. Более того, данная работа не была бы закончена без использования обширных архивных ресурсов издательства.

Мы благодарны многим нашим сотрудникам, которые поделились своими знаниями и опытом. Среди них:

Даниэла Бальслев (Daniela Balslev)

Датский исследовательский центр магнитного резонанса, Госпиталь Видовре, Дания

Дмитрий Бугаков (Dmitri Bougakov)

Факультет неврологии, Медицинский университет Нью-Йорка, Нью-Йорк, Нью-Йорк, США

Джейсон М. Чейн (Jason M. Chein)

Факультет психологии, Темпл Университет, Филадельфия, Пенсильвания, США

Мелани Кун (Melanie Cohn)

Факультет психологии, университет Торонто, Онтарио, Канада

Элконон Голдберг (Elkhonon Goldberg)

Факультет неврологии, Медицинский университет Нью-Йорка, Нью-Йорк, Нью-Йорк, США

Марк Х. Джонсон (Mark H. Johnson)

Центр мозга и когнитивного развития, факультет психологии, Биркбек колледж, Лондон, Великобритания

Катарина МакГоверн (Katharine McGovern)

Калифорнийский институт интегративных исследований, Сан-Франциско, Калифорния, США

Морис Москович (Morris Moscovitch)

Факультет психологии, университет Торонто, Торонто и Бейкрест-центр гериатрической помощи, исследовательский институт Ротмана, Северный Йорк, Онтарио, Канада

Олаф Паулсон (Olaf Paulson)

Датский исследовательский центр магнитного резонанса, Госпиталь Видовре, Дания

Джоэл Пирсон (Joel Pearson)

Факультет психологии, Университет Вандербильта, Нашвилль, Теннеси, США

Томас Рамсой (Thomas Ramsøy)

Датский исследовательский центр магнитного резонанса, Госпиталь Видовре, Дания

Дебора Талми (Deborah Talmi)

Факультет психологии, университет Торонто, Торонто, Онтарио, Канада

Франк Тонг (Frank Tong)

Факультет психологии, Университет Вандербильта, Нашвилль, Теннеси, США

Первый редактор выражает огромную благодарность доктору Джеральду Эдельману (Gerald Edelman) и его коллегам из Института Нейронауки в Сан-Диего, так как они являются уникальным источником вдохновения и примером для ученых во многих областях нейронауки. Автор очень признателен сотрудникам Фонда наук о разуме в г. Сан-Антонио штата Техас за поддержку первопроходческих исследований в области когнитивной нейронауки и сознания. Глава и исполнительный директор Фонда Джозеф Дайел (Joseph Dial) особенно активно участвует в работе по объединению поведенческих подходов и методик исследования мозга для изучения сознания (<http://www.mindscience.org>).

Обрести более глубокое понимание работы мозга нам помогали коллеги и друзья. Их слишком много, чтобы перечислять здесь всех, но мы хотим, чтобы они знали о нашей признательности. Стэн Франклайн (Stan Franklin), Уолтер Фримен (Walter Freeman), Уильям П. Бэнкс (William P. Banks), Е. Р. Джон (E.R. John), Кристоф Кох (Christof Koch), Фрэнсис Крик (Francis Crick), Карл

Прайбрэм (Karl Pribram), Дэн Дэннет (Dan Dennett), Патриция Чёрчленд (Patricia Churchland), Патрик Уилкен (Patrick Wilken), Джерейнт Рис (Geraint Rees), Крис Фрith (Chris Frith), Стэн Дехэйн (Stan Dehaene), Бьёрн Меркер (Bjorn Merker), Йаак Панксэпп (Jaak Panksepp), Сту Хаммерофф (Stu Hammeroff), Томас Рамсой (Thomas Ramsøy), Антти Ревонсуо (Antti Revonsuo), Анри Монтандон (Henry Montandon), Марри Шанахан (Murray Shanahan) и многие другие очень помогли нам при подготовке глав. Мы не всегда соглашались с их замечаниями, но всегда были благодарны за неугасающий интерес этих людей к работе и ценные замечания.

Нам очень повезло: эта книга многое потеряла бы без глубоких знаний наших замечательных соавторов и их желания поделиться ими со всеми. В содержании книги отражен вклад в работу каждого из них.

В более широком смысле данная книга обязана своим выходом всему сообществу преподавателей и ученых, которых мы цитировали по ходу изложения.

Первый редактор хочет выразить признательность своим близким за их терпение, проявленное во время нашей работы над этим всепоглощающим проектом. Его родители, ныне покойные, до сих пор являются для него источником вдохновения. Он также благодарит доктора Барбару Колтон (Barbara Colton) за отзывчивость и поддержку.

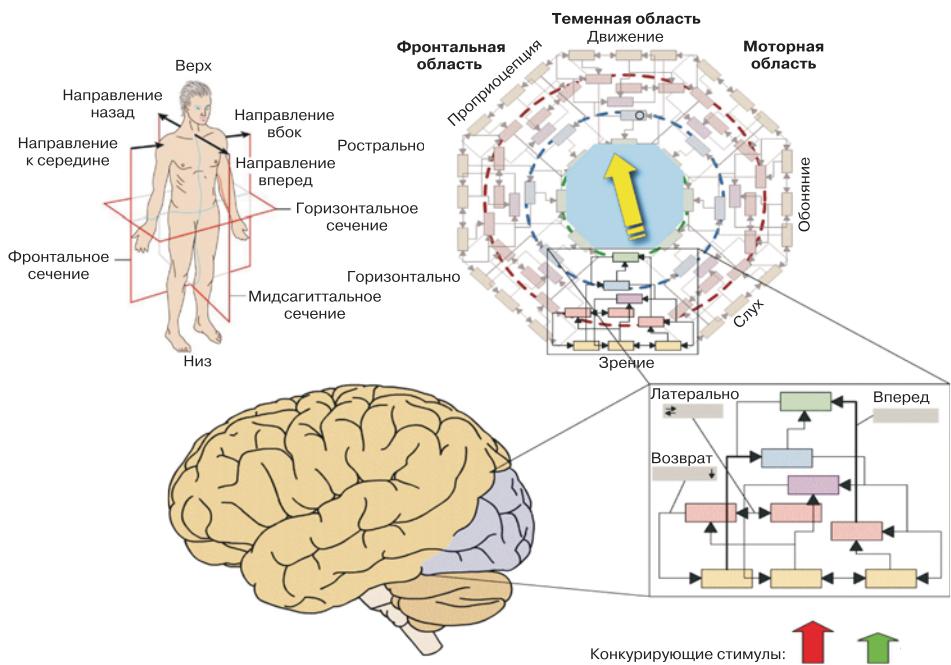
На последних этапах написания книги неизмеримо большой оказалась помощь Блейра Дэвиса (Blair Davis), а также Шона Фу (Shawn Fu), любезно предоставившего нам значительное число великолепных иллюстраций мозга.

Второй редактор выражает особую благодарность первому редактору за то, что он щедро делился своими представлениями и энтузиазмом по поводу этого проекта, сотрудничество и работа над которым начались несколько лет назад во время трехчасовой беседы в Чикаго и переросли потом в крепкую дружбу и полноценный проект. Она также признательна всем своим коллегам и друзьям, с которыми изучала процессы формирования речи в мозге. Их так много, что трудно перечислить, но она признательна им всем: Грегу Хикоку (Greg Hickok), Дэвиду Пёпплу (David Poeppel), Ларри Ка hillлу (Larry Cahill), Норму Вайнбергеру (Norm Weinberger), Брине Сигал (Bryna Siegal), Анне Спэнс (Anne Spence) и Коурошу Сабери (Kourosh Saberi) — за замечательные беседы, продолжительные дискуссии и вдумчивые обсуждения в течение многих лет.

Второй редактор выражает глубокую признательность всем членам своей семьи за их постоянную поддержку во время работы над этим проектом. И наконец, она благодарит Кима за его понимание и любовь.

...мозг, и только мозг порождает у нас удовольствие, радость, смех и шутки, так же как печаль, страдание, горе и слезы. Посредством мозга мы думаем, видим, слышим и отличаем безобразное от прекрасного, плохое от хорошего, приятное от неприятного... когда мозг молчит, человек способен как следует размышлять.

Приписывается Гиппократу, V век до н.э.
(цит. по: Kandel *et.al.*, 1991).



Наверху слева: тело человека и основные плоскости сечений. *Внизу слева:* обычный вид мозга с левой стороны. Левое полушарие «смотрит» влево. Голубая область в задней части мозга является затылочной долей. Диаграмма в нижней правой части рисунка иллюстрирует «иерархию нейронов», упрощенный способ демонстрации нейрональных связей в коре. А на верхней правой части рисунка вы можете рассмотреть «круговую иерархию». Желтая стрелка в центре круга обозначает наиболее распространенную точку зрения на роль перцептивного сознания в мозге. (Источник: Drake *et al.*, 2005.)

Глава 1

Психика и мозг

Содержание

1.0. Введение	23
2.0. Приглашаем в нейропсихологию	24
3.0. Некоторые исходные положения	25
3.1. Расстояния: семь порядков размерностей	25
3.2. Время: десять порядков размерностей	28
3.3. Умозаключения — выход за рамки эмпирических данных	30
3.4. Согласуемость данных	34
3.5. Главные ориентиры на изображениях мозга	35
4.0. Немного истории и продолжающаяся дискуссия	37
4.1. Психика и мозг	40
4.2. Биологическая природа когнитивной деятельности и эмоций	41
4.3. Нейронная доктрина Рамон-и-Кахала: рабочая гипотеза науки о мозге	44
4.4. Пьер-Поль Брока: локализация центра речи	47
4.5. Осознаваемые и неосознаваемые психические явления	54
5.0. Наука возвращается к представлениям о сознании	59
5.1. Современные методы исследования осознаваемых и неосознаваемых процессов в мозге	61
5.2. Историческое развитие не остановилось	62
6.0. Заключение	64
7.0. Задания и упражнения к главе 1	66
7.1. Контрольные задания	66
7.2. Графические упражнения	67

1.0. Введение

Эта глава дает общие представления о когнитивной нейронауке, объединяющей психику и мозг. С точки зрения современных знаний о Вселенной, мозг — самая сложная структура, с десятками миллиардов нервных клеток, триллионами межнейронных связей. Мозг реагирует на поступление различных молекул (допустим, бокал вина) или на внешние стимулы (например, важная новость). Некоторые процессы в нервной системе протекают за тысячи доли секунды, тогда как другие продолжаются в течение десятилетий. Несмотря на разнообразие рабочих ситуаций, о системе психика–мозг накопилось много несложных для восприятия базовых фактов, которые будут рассмотрены в этой книге.

2.0. Приглашаем в нейропсихологию

Когда речь заходит о последней декаде развития когнитивной нейронауки, трудно избежать определений «впечатляющее», «революционное». Результаты, накопленные за столетие исследований поведения организмов и устройства мозга, получили убедительное подкрепление благодаря новым технологиям визуализации мозга, возможности прижизненных наблюдений в реальном времени. Разумеется, это не просто подтверждение уже известного. Регистрация деятельности живого мозга позволила получить новые факты, выдвинуть новые идеи, поставить новые вопросы. Многие ученые почувствовали, что через пропасть между исследованиями психики и мозга переброшен мост. Для проблем, которые издавна признавались запутанными, теперь удается найти остроумные решения.

Одновременно с ощущением прогресса значительно расширились наши знания. Всего лишь десять лет назад специалисты в области поведения вряд ли усматривали связь между представлениями о когнитивной деятельности человека, выдающимися достижениями генетики, данными о молекулярном



Рис. 1.1. Рембрандт, «Урок анатомии доктора Тульпа». Эта историческая картина показывает переживания, связанные с первыми революционными сдвигами в научных представлениях о мозге и теле человека. Доктор Тульп (справа) демонстрирует, как мышцы предплечья управляют движениями кисти. Систематическое изучение анатомии человека путем посмертного препарирования тел стало началом тщательных эмпирических наблюдений, которые не потеряли свое значение до сих пор. (Источник: Masquelet, 2005.)

составе мозга или математическими моделями нейронных сетей. Сейчас эти направления составляют континуум целой области знания. В мозге выявлены вероятные корреляты таких явлений, как сознательный опыт, неосознаваемые процессы, мысленные образы, произвольное управление, которые раньше оставались обойденными, — интуиция, эмоции и даже «Я» (самость). Некоторые загадки оказались более трудными, чем можно было предполагать, например природа формирования постоянной памяти. Неразрывность психологического и нейробиологического подходов к исследованию восприятия, памяти и языка стала более очевидной, чем когда-либо прежде.

В некоторых случаях результаты изучения мозга помогают найти ключ к вопросам, над которыми психологи безуспешно труждались в течение десятилетий. В частности, шли споры вокруг проблемы «раннего» и «позднего» выбора при восприятии информации. Давая описание такого предмета, как кофейная чашка, наблюдатель может обратить внимание прежде всего на зрительные признаки «нижнего» уровня — цвет, форму, местоположение. Или же он выделит характеристики более высокого уровня: «предмет служит для потребления горячих напитков». Можно найти данные в пользу приоритета как первого, так и второго принципа выбора. К настоящему времени, после многолетних споров, нейробиологи показали, что в выборе воспринимаемых признаков участвуют нейроны практически каждого уровня зрительной системы. Отсюда ответ, обсуждаемый многими психологами: возможен как ранний, так и поздний выбор. В целом ряде подобных случаев мы обнаруживаем удивительную конвергенцию данных о деятельности мозга и о поведении.

3.0. Некоторые исходные положения

3.1. Расстояния: семь порядков размерностей

Чтобы рассуждать о соотношении между психикой и мозгом, полезно узнать, с какими порядками размерностей здесь приходится иметь дело. Длина мозга от начала до конца составляет около одной седьмой метра. Для сравнения — шаг человека равен примерно одному метру. Если перейти к размерностям следующего порядка, т. е. 10 м, то это приблизительная длина классной комнаты. Сто метров — стандартная спринтерская дистанция, а 1000 метров (1 км) — длина обычной городской улицы. Когда мы дойдем до 10^7 м (10 000 км), это уже будет расстояние от восточного до западного побережья Северной Америки или от Парижа до линии экватора в Европе и Африке. Такое расстояние соответствует десяти миллионам шагов. Чтобы представить себе размерности структур мозга, нам придется следовать в обратном направлении — от 1 м до 10^{-7} м (табл. 1.1). С точки зрения размеров структур и сложности организаций, подобный диапазон поистине смущает.

Зрительно воспринимаемые действия человека измеряются расстояниями примерно от одного сантиметра и более. Передвижение пальца при нажатии на клавишу компьютера составляет не более нескольких сантиметров. Во время речи наш язык смещается на 1–2 см. Длина одного шага — примерно 1 м. Рост большинства людей не превышает двух метров, а протяженность самых длинных отростков нервных клеток в организме человека может составлять около 1 м.

Таблица 1.1

Расстояния: от 10^{-7} м до 1 м

1. Алкоголь вызывает в мозге изменения; размер молекул этилового спирта составляет ~ 10^{-7} м (0,0000001) (рис. 1.2).
 2. После приема таблетки транквилизатора изменяется концентрация химического нейромедиатора в синаптической щели некоторых синапсов мозга; ширина синаптической щели равна ~ 10^{-6} м (одной миллионной метра, т. е. одному микрону).
 3. Тело нервной клетки примерно в 100 раз больше (~ 10^{-4}), чем ширина синаптической щели.
 4. Учтем, что нейроны работают не поодиночке, а группами, размеры которых иногда в десятки раз больше, чем размеры одного нейрона. Диаметр небольших колонок нейронов в коре мозга составляет ~ 10^{-3} м (1 мм). Таким образом, мы подошли к размерности одна тысячная метра — подобные структуры мы еще можем различить невооруженным глазом.
 5. Размеры карт мозга могут быть достаточно велики (например, карта зрительной системы). Первая зрительная область коры мозга, V1, сравнима по площади с кредитной карточкой, т. е. 10^{-2} м².
 6. Зрительные области мозга работают не в изоляции друг от друга. Они входят в состав обширных нейронных сетей, которые активируются при постоянном динамическом взаимодействии. Размер активированной нейронной сети составляет ~ 10^{-1} см; такой участок можно различить невооруженным глазом благодаря методам прижизненных наблюдений. Современные методы позволяют наблюдать непрерывно изменяющуюся активность мозга, направляя луч лазера через оголенную поверхность головы крысы или других мелких млекопитающих. В активном участке мозга заметен усиленный ток крови в сосудах, так же как это происходит в коже человека во время быстрого бега.
-

3.1.1. Молекулярный уровень: нейрохимические соединения

Молекулы нейромедиаторов, имеющие различные размеры, проникают путем диффузии через синаптическую щель (ее ширина от 25 нм до 100 мкм) между нейронами (Iversen, 2004). В большинстве случаев влияние химических соединений на мозг обусловлено тем, что они могут усиливать или ослаблять межнейронные молекулярные коммуникации. В бесконечный перечень нейроактивных веществ входят никотин, алкоголь, кислород воздуха, токсичные газы (например,monoоксид углерода), поступающая из печени глюкоза, сахара-роза пищевых продуктов, шоколад, кофе, нейротоксины (например, свинец) и огромный список лекарственных средств (рис. 1.3). Роль таких молекул в повседневной жизни нельзя недооценивать.

Молекулярные посредники (мессенджеры) в мозге подразделяются на две большие группы. К первой группе относятся нейромодуляторы. Подобные соединения производятся мелкими скоплениями нейронов, находящихся в основании мозга. Аксоны этих нервных клеток образуют диффузные проекции большой протяженности, так что вещества, выделяемые из их окончаний, распространяются по обширным участкам переднего мозга. Благодаря такому «распылению» нейрохимических соединений осуществляется модуляция крупных отделов центральной нервной системы. Наряду с диффузным влиянием нейромодуляторы могут быть и посредниками местных эффектов в результате взаимодействия со специфическими молекулярными рецепторами. Например,

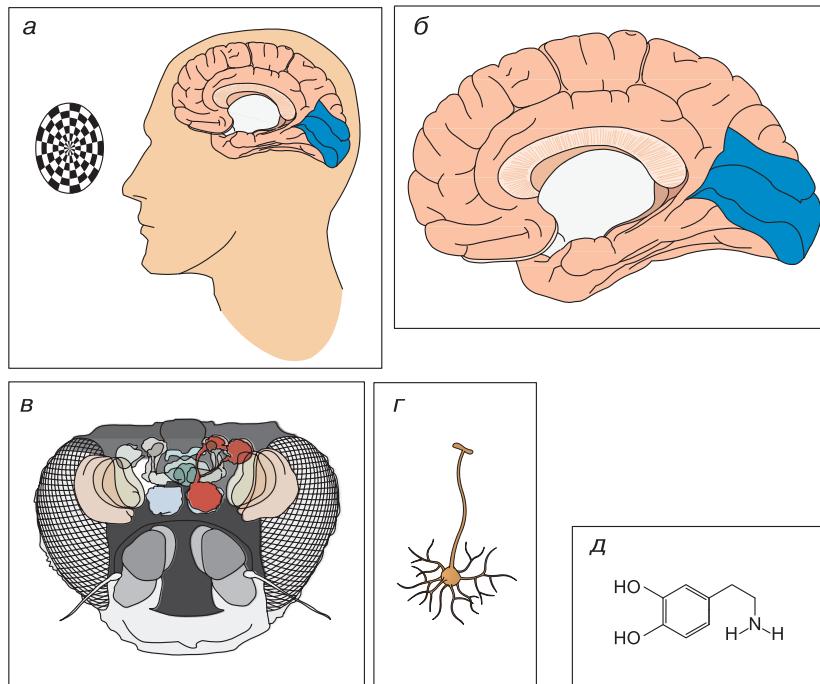


Рис. 1.2. Порядки пространственных размерностей. (а) Изображение мозга человека при интенсивной стимуляции зрительной коры (затылочной области мозга) путем вращения черно-белых фигур. (б) Изображение среза вдоль средней линии мозга. Черным обозначена область V1 (от англ. *vision*) — первый участок коры, куда приходит зрительный путь. Эта область по размерам примерно соответствует кредитной карточке. (в) Голова плодовой мушки. Мозг этого насекомого содержит ~350 000 нейронов. (г) Индивидуальный нейрон. Размеры нейронов различны, но все они очень малы. В мозге человека находятся десятки миллиардов нервных клеток. (д) Структура молекулы дофамина. Дофамин необходим для рабочей памяти, ощущения удовольствия, управления мышцами. Одним из последствий недостаточности дофамина является болезнь Паркинсона. На пути от (а) до (д) размеры компонентов мозга изменяются примерно на семь порядков (в 10^7 раз)

дофамин широко распространяется в мозге, однако его рецепторы типа D1/D2 в лобной коре обеспечивают местное влияние, связанное с оперативной памятью (Gibbs and D'Esposito, 2006). Таким образом, нейромодулятор дофамин может оказывать не только диффузное воздействие, но и местные эффекты, когда он поступает непосредственно к специфическим рецепторам в определенной области мозга.

Вторую группу составляют нейромедиаторы, обладающие более «адресным», местным действием. Среди них есть пептиды — небольшие субъединицы белковых молекул, секретируемые в синаптическую щель. К настоящему времени в мозге выявлено более 40 типов пептидов. Однако особенно хорошо известны два вещества непептидной природы — глутамат (возбуждающий нейромедиатор, характерный для коры мозга) и ГАМК (наиболее распространенный тормозный нейромедиатор).



Рис. 1.3. Низкомолекулярные вещества оказывают влияние на мозг. Маленькая молекула закиси азота (N_2O) способна изменить специфические функции мозга. Поведение людей в такой ситуации оказалось большой неожиданностью для врачей в начале XIX века (приведенный здесь рисунок был сделан студентом-медиком в 1808 г.). Подобные факты продолжают удивлять и до сих пор. Оксид азота (NO), при вдыхании которого развивается токсический эффект, в чрезвычайно малых количествах присутствует в организме и является важным нейромедиатором. Препарат Виагра, применяемый в качестве стимулятора эректильной функции, улучшает опосредованную NO передачу сигналов в стенках кровеносных сосудов пениса. (Источник: Adelman and Smith, 2004.)

Научные успехи определяются новыми техническими достижениями, в том числе расширением размерностей для наблюдения. В последнее время мы стали свидетелями череды открытий, связанных с новыми методами прижизненных исследований мозга. Благодаря тому что изображения объектов теперь возможно увеличивать примерно на семь порядков, для нейропсихологии открылись новые горизонты.

3.2. Время: десять порядков размерностей

Шкала времени для функций человеческого организма имеет громадный диапазон (табл. 1.2). Что касается поведения, то счет идет на десятые доли секунды (100 мс). Время самой быстрой (простой) реакции на стимул равно ~100 мс, тогда как время, которое требуется, чтобы сенсорный стимул достиг сознания, обычно составляет уже несколько сотен миллисекунд. Это допустимо в той среде, где возник и развивался человеческий вид. Если же при встрече с голодным хищником ваша реакция продлится несколько секунд, вы обеспечите ему вкусную, богатую белком трапезу и потеряете шанс на биологическое воспроизведение. Однако, постаравшись отреагировать в течение 10 мс (т. е. за одну сотую долю секунды), вы бы заставили свой мозг работать с такой высокой скоростью, при которой он не успевает интегрировать зрительные и слуховые сигналы о приближении тигра. Следовательно, вы не смогли бы определить, с какой стороны появится хищник. Итак, реальная средняя скорость реакции — это 100 мс.

Таблица 1.2

Время: десять порядков размерностей, от нескольких лет до миллисекунд

1. Когда вы слышите высокий музыкальный тон, частота импульсов в слуховом нерве соответствует частоте звуковых волн, вызывающих вибрацию барабанной перепонки уха — до 1000 волн в секунду, или 1 волна в миллисекунду (напомним: 1 цикл в секунду = 1 Гц).
2. Частота импульсных нейронных разрядов может достигать 1000 Гц, хотя большинство нейронов коры мозга генерируют импульсы с частотой ~ 10 в секунду.
3. Слуховой нерв — это пучок аксонов, каждый из которых дает разряд с частотой ниже 1000 импульсов в секунду, но в совокупности они могут обеспечивать скорость реакции в пределах миллисекунд. Некоторые сенсорные явления протекают с еще большей скоростью. На пределе своих возможностей наш мозг способен дифференцировать звуки, поступающие к одному и к другому уху с интервалом до нескольких *микросекунд* (то есть миллионных долей секунды). Это в 1000 раз быстрее, чем самая высокая частота разряда нейрона (см. гл. 7). Однако в контексте нашего изложения наиболее употребительными единицами измерения малых значений на шкале времени являются миллисекунды.
4. Для сравнения: если вы будете считать про себя от одного до десяти, это займет время порядка секунд или десятков секунд. Изучение этой главы потребует у вас один час или дольше — более 3000 с (сожалею, но это так!).
5. Вернемся к шкале времени. Если во время кинофильма фонограмма задержится на доли секунды по отношению к видеоряду, вы заметите расхождение между звуками и мимикой актеров. Асинхронность между звуком и изображением появляется при разрыве между ними примерно на 100 мс, т. е. на одну десятую секунды. Это еще одна причина, чтобы выделить десятую долю секунды как особый порядок размерности.
6. Кроме того, 100 мс — это практически самая быстрая реакция на явление, ожидаемое в скором времени, например запуск автомобиля при смене сигнала светофора (время простой реакции). Десятой доле секунды соответствует время одной альфа-или тета-волны в мозге. (Диапазон частот альфа-волни составляет 8–12 Гц, тета-волны — 5–7 Гц.) К такому же порядку размерностей относится период времени, необходимый для сознательного восприятия сенсорного стимула.

В мозге протекают параллельно процессы разных временных и пространственных размерностей, подобно элементам симфонии — нотам, фразам, целым фрагментам. Слушая песню, вы улавливаете в каждый момент лишь несколько нот, но в процессе их поступления складываются более крупные когнитивные структуры, так что вы воспринимаете мелодию. Во время показа фильма частота кадров должна составлять 24 изображения в секунду, т. е. примерно 40 мс на кинокадр — тогда движения будут слитными. При снижении частоты кадров ниже 24 Гц получаются прерывистые движения, как в ранних немых фильмах. Однако сюжет развивается в течение минут или часов. Разоблачение преступника в конце детективного фильма теряет смысл, если зритель не помнит начало преступления. Следовательно, для восприятия сюжета фильма необходима интеграция когнитивных процессов на протяжении многих минут, так что приходится каким-то образом сочетать разные шкалы времени. Каждый из этих процессов имеет свою структуру и диапазон размерностей времени. Мозг параллельно отслеживает процессы различной размерности.

Что касается более длительных периодов времени, то для овладения сложными навыками (например, лыжным спортом или игрой на гитаре) могут потребоваться годы. Дети обучаются говорить за несколько лет, а у взрослых структура базовых характеристик личности консервативна и поддерживается десятилетиями. Такая продолжительность зависит от событий, протекающих в мозге в течение периодов порядка 100 мс. Итак, что касается времени, мы имеем дело примерно с десятью порядками разнородностей, от одной тысячной доли секунды (т. е. одной миллисекунды) для разряда индивидуального нейрона до 100 000 с (дни) и десяти миллионов секунд (годы).

3.3. Умозаключения — выход за рамки эмпирических данных

Наука складывается как непрерывный ряд умозаключений, переход от эмпирических наблюдений к концепциям. Тысячи лет назад люди начали задумываться, что представляют собой небесные светила (солнце, луна, звезды); некоторые из них перемещались предсказуемо, другие — нет. Греки называли «странников» ночного неба *планетами*. Эти странствующие светила очаровывали и изумляли. Только в XVII в. люди стали понимать и предсказывать пути движения небесных светил. Решение загадки заключалось в осознании того, что планеты — это гигантские шарообразные объекты наподобие Земли, которые вращаются по орбите вокруг самого большого из них, Солнца. Споры и наблюдения продолжались сотни лет, прежде чем удалось прийти к такому выводу. Лишь исчисление бесконечно малых величин, разработанное Исааком Ньютоном, позволило свести споры к простому уравнению. А именно орбиты планет можно предсказывать исходя из того, что гравитационная сила притяжения пропорциональна массе планеты и ее ускорению. Обратим внимание: понятия «солнце», «планета», «сила», «гравитация» представляют собой **умозаключения**. Эти понятия далеко ушли от первых наблюдений за небесными светилами (рис. 1.4), однако именно с помощью таких концепций можно объяснить эмпирические факты.

Вся наука строится на тщательных наблюдениях и концептуальных умозаключениях. Схема объяснения, называемая «номологической сетью», отражает категориальные концепции и соотношения между ними. В итоге мы понимаем, в чем состоит природа явления. Кстати, научные выводы позволяют делать более точные прогнозы, а применение полученного знания иногда кардинально меняет жизнь. И все начинается с точных фактов и умозаключений, построенных на этой основе.

Эти базовые идеи имеют непосредственное отношение к когнитивной нейронауке. Когда мы говорим о когнитивных (познавательных) процессах — речи, обучении, зрении — мы тоже используем **концептуальные умозаключения**, которые должны быть прочно связаны с надежными наблюдениями. Например, объем минимальной кратковременной памяти («мгновенной», «непосредственной», «сенсорной» — информация, которую мы в состоянии сразу мысленно повторить) равна примерно семи плюс/минус два, как указал Джордж Миллер в знаменитой статье «Магическое число семь плюс/минус два» (1956). Очевидно, это число применимо ко многим элементам: цвету, количеству предметов, коротким словам, музыкальным нотам, единицам оценочных шкал и т. д. Согласно более

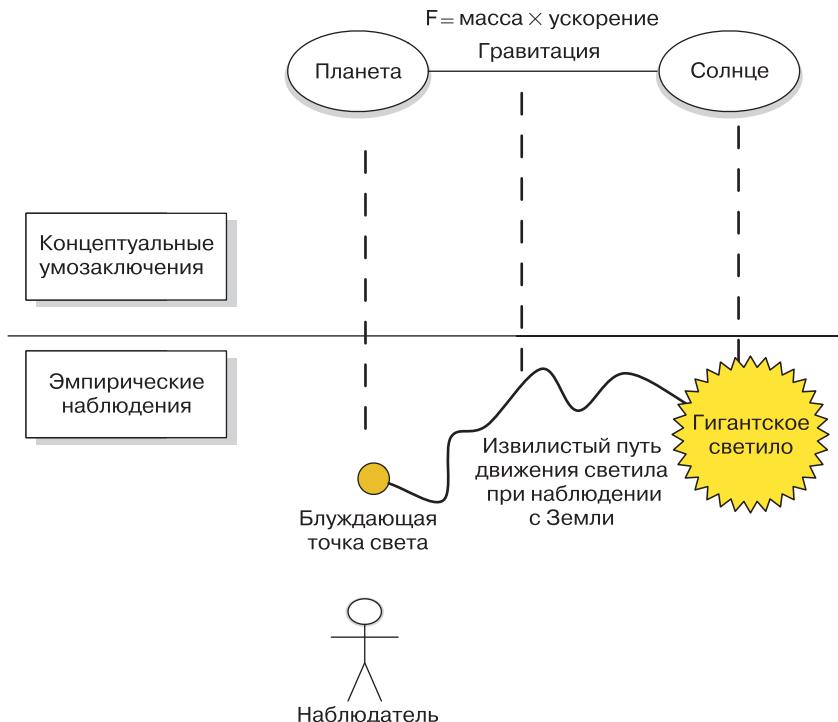


Рис. 1.4. Как строятся умозаключения о светилах в ночном небе? Для наблюдателя, находящегося на Земле, планеты выглядят как источники света, которые перемещаются в ночном небе. После многих лет тщательных астрономических наблюдений Исаак Ньютон и другие ученые пришли к достаточно простым объяснениям путей движения планет. Переход от эмпирических наблюдений к концептуальным умозаключениям – решающий этап построения научного знания

новым сведениям, действительный объем мгновенной памяти даже меньше семи, примерно четыре разных элемента (Cowan, 2001). Однако особенно важным является необычайное постоянство фактов. Попробуйте, например, перечислить десять различных продуктов из списка, составленного вами для посещения магазина; вы вспомните только примерно семь продуктов, а если одновременно вы еще заняты другими мыслями, названное вами число уменьшится до четырех. Это удивительно узкие границы, если учесть достаточно большие размеры мозга.

Существует лишь несколько основных условий для оценки объема оперативной памяти. Во-первых, каждый элемент информации должен быть предъявлен на очень короткий период (порядка нескольких секунд), иначе он перейдет в постоянную память. Во-вторых, элементы информации должны быть *непредсказуемыми* с позиций уже имеющегося знания. Если мы попросим человека запомнить упорядоченную последовательность чисел, например 0, 5, 10, 15, 20, 25..., ему будет достаточно запомнить правило формирования последовательности, и тогда покажется, что объем оперативной памяти безграничен. Такие понятия когнитивной науки, как «оперативная память», созданы в ходе

многолетних экспериментальных наблюдений, результаты которых были настолько убедительными, что их удалось обобщить в виде единой концепции (рис. 1.5).

Понятия, подобные концепции оперативной памяти, оказались полезными, однако вполне возможно, что в ближайшем будущем для тех же явлений будут найдены более подходящие объяснения. Все концептуальные умозаключения носят в известной степени предположительный характер. Представления Ньютона о силе тяжести господствовали в физике в течение трех веков, а затем Эйнштейн предложил иной взгляд на те же факты. Научные концепции — не метафизические догмы. Они могут быть пересмотрены в любой момент.

Когнитивная нейронаука тоже основывается на умозаключениях по результатам эмпирических наблюдений. При сканировании мозга получаются изображения, похожие на физические объекты, которые можно видеть и трогать, поэтому мы полагаем, что именно такова реальность. Однако это лишь заманчивое заблуждение. Результаты электроэнцефалографии (ЭЭГ) представляют собой умозрительную оценку активности мозга, так же как и данные функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ), позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ) и других исследований современными высокотехническими методами (блок 1.1). Даже при регистрации активности индивидуальных нейронов мы получаем крошечный участок разряда единственной клетки из десятков

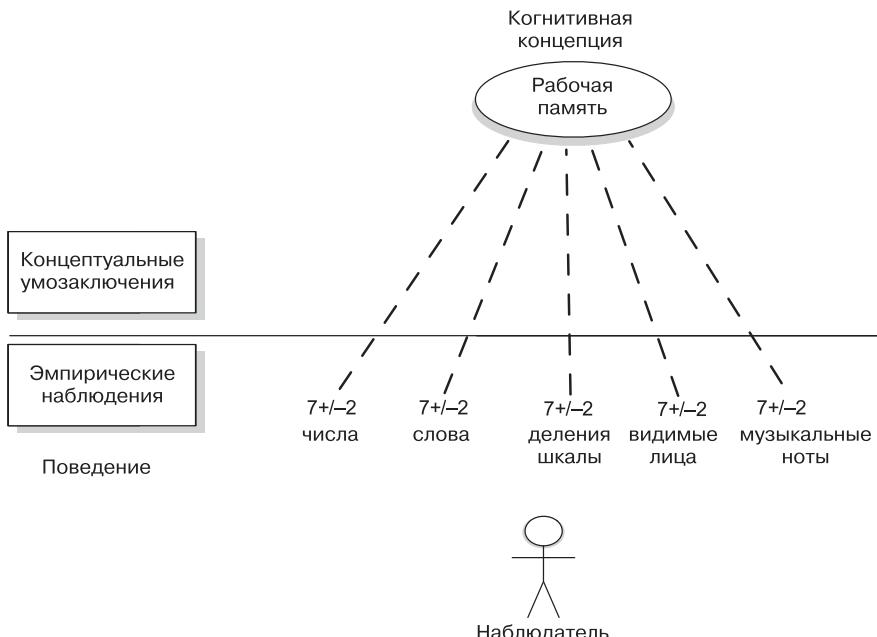


Рис. 1.5. Когнитивные концепции основаны на систематических наблюдениях за поведением. Например, концепция «рабочей памяти» не возникла в готовом виде. Такого рода идеи созревают в результате многолетних исследований, когда умозаключение может стать объяснением многих фактов. Концепция рабочей памяти была предложена в 1974 г. после двух десятилетий изучения кратковременной памяти. Сейчас это представление расширилось и охватывает зрительное, вербальное и другие виды восприятия

Блок 1.1. Прижизненные исследования мозга

Десять–двадцать лет назад сама мысль о возможности наблюдать работу живого мозга казалась невероятной. Для решения труднейшей задачи регистрации активности мозга были привлечены методы физики и молекулярной биологии. В идеале метод должен мониторировать десятки миллиардов нейронов, регистрируя активность каждой клетки тысячи раз в секунду. Кроме того, необходимо отслеживать непрерывное динамическое взаимодействие мелких и крупных групп нейронов, в котором участвуют триллионы межнейронных связей. По аналогии — идеальный спутник–шпион, который вращается по околосолнечной орбите, должен был бы видеть каждого человека и регистрировать динамику отношений между отдельными личностями и группами, от семей до целых наций.

Такого идеального метода нет. Наши знания о мозге — это своего рода коллаж из множества фрагментов головоломки, собранных в правдоподобную целостную картину. Однако обдумывание совершенного метода наблюдения помогает понять, к каким параметрам нам следует стремиться.

Технология визуализации мозга обеспечила прорыв в когнитивной нейронауке благодаря добавлению новых фактов к результатам, полученным ранее методами когнитивной психологии, психофизики, поведенческого обусловливания, фундаментальной нейробиологии. До появления этой технологии наши знания основывались на результатах экспериментов на животных и отрывочных клинических наблюдениях за людьми с поражениями мозга. Однако наблюдения за больными с травмой мозга не позволяют получить систематических данных; даже простое описание повреждений мозга обычно основано на посмертном патологоанатомическом исследовании. После травмы в мозге часто развиваются компенсаторные изменения, со временем клетки погибают и происходит адаптация, так что данные аутопсии не всегда отражают характер повреждения на момент установления диагноза. Результаты экспериментов на животных подразумевают гомологию — межвидовое сходство, признаваемое далеко не всеми учеными. Ни один живой организм, кроме человека, не обладает речью, а также другими особенностями. Таким образом, деятельность мозга очень трудно изучать.

Многие проблемы были разрешены, когда появилась возможность прижизненной регистрации активности мозга человека, вначале с помощью электроэнцефалографии (ЭЭГ), затем рентгенографии, позднее посредством компьютерной томографии («послойной» рентгенографической регистрации, от греческого слова «томос» — слой). В настоящее время мы располагаем более чем десятком методов, которые быстро совершенствуются, обеспечивая повышение точности и расширение области применения. Наиболее активно используются ЭЭГ, позитронная эмиссионная томография (ПЭТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), функциональная МРТ (фМРТ) и магнитная энцефалография (МЭГ). Эти и другие новые методы исследования работающего мозга человека подробно описаны в гл. 4.

миллиардов других. Нейроны образуют десятки тысяч связей; есть сведения, что обработка информации может осуществляться уже на уровне входных клеточных отростков нейрона (дendритов) (Alle and Geiger, 2006). Таким образом, электрическая активность индивидуальных нейронов — это всего лишь очень маленький компонент сложнейшего динамического ансамбля перемещений молекул и электромагнитных потоков. Новые методы визуализации чрезвычайно полезны, но картина работы мозга, которая строится на их основе, тоже содержит умозаключения.

Однако нам все равно приходится прибегать к некоторым допущениям — таков процесс развития науки. Эти моменты важно учитывать и быть готовыми

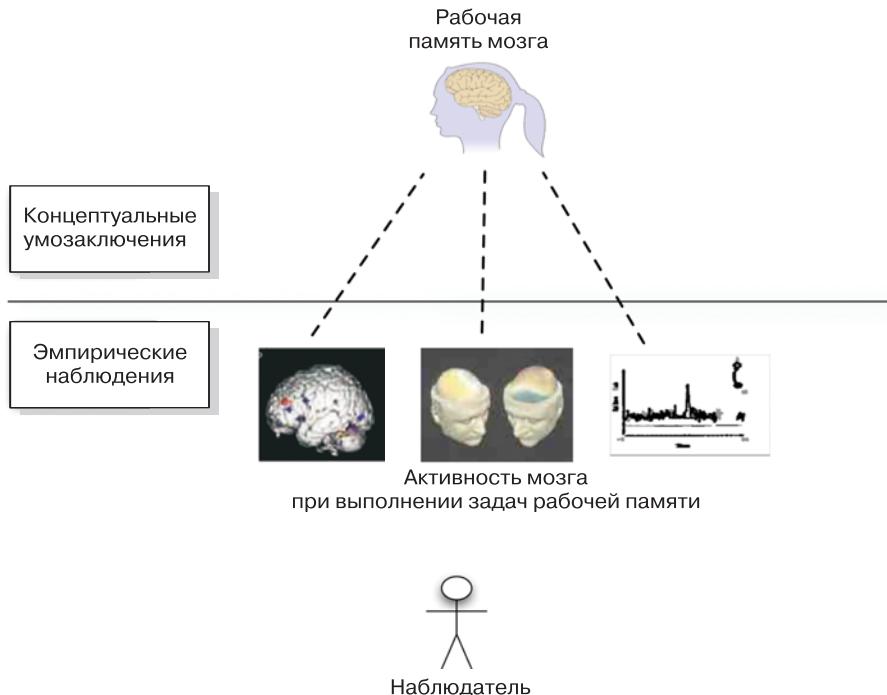


Рис. 1.6. Оценка рабочей памяти мозга происходит путем умозаключений. Рабочая память изучается путем наблюдений за поведенческими реакциями, регистрации фМРТ, ЭЭГ, активности индивидуальных нейронов. Каждый из этих методов имеет достоинства и недостатки, но ни один из них не считается «решающим». В принципе показатели рабочей памяти при регистрации активности мозга достаточно хорошо совпадают с результатами оценки поведения. Когнитивная нейронаука строится на комплексных данных, но мы должны быть готовы к различным толкованиям существующих теорий

к их трансформации по мере необходимости. В когнитивной нейронауке мы выводим умозаключения по результатам наблюдений за поведенческими реакциями и активностью мозга (рис. 1.6). Мы не можем непосредственно наблюдать «внимание» или «оперативную память». Поэтому так важно оценивать природу фактов, на которых строятся наши умозаключения.

3.4. Согласуемость данных

Когда мифический первый пещерный житель первым указал на звезду в ночном небе, ему вряд ли поверили его соплеменники. Какие такие огни в небе? Все знали, что небо — обитель богов. Подобный скептицизм в порядке вещей. Когда Галилей впервые с помощью примитивного телескопа увидел спутники Юпитера, некоторые критики отказались смотреть через телескоп, поскольку считали, что истинную природу вещей можно увидеть только невооруженным глазом. Скептицизм по-прежнему является нормой, поэтому для верификации наблюдений в науке используется *согласуемость данных*. Основополагающие гипотезы когнитивной нейронауки сейчас проверяются вновь и вновь путем

регистрации активности индивидуальных нейронов, экспериментов на животных, ЭЭГ, фМРТ, МЭГ, оценок поведения в виде вербальных сообщений и времени реакции. Никакое единичное исследование не может служить достаточным обоснованием гипотезы. Любое важное утверждение требует поддержки многими фактами.

Часть обсуждения всегда касается природы оцениваемого показателя. Такой вопрос возникает применительно к любому новому методу. Сейчас очень популярен метод фМРТ. Однако, как мы увидим далее, продолжается дискуссия о том, что именно оценивают эти методы. То же самое можно сказать и о поведенческой оценке оперативной памяти, о регистрации активности индивидуальных нейронов, ЭЭГ и т. д.

3.5. Главные ориентиры на изображениях мозга

Как соотносятся активность мозга и когнитивные процессы? Чтобы пояснить результаты исследований, о которых пойдет речь, будут приведены функциональные изображения мозга. Однако представления о деятельности мозга всегда основываются на знаниях анатомии, поэтому сначала рассмотрим топографию мозга. На рис. 1.7 (внизу) показано левое полушарие, вид сбоку. Вверху — правое полушарие на сагиттальном срезе мозга по средней линии.

На изображениях мозга следует различать главные ориентиры. К особенно важным среди них относятся крупные складки коры больших полушарий — поверхностной структуры мозга. Самая большая складка, расположенная по средней линии между правым и левым полушариями, называется продольной щелью (*fissura longitudinalis*). Следующая большая складка проходит по боковой части мозга под углом к средней линии и называется латеральной бороздой (*sulcus lateralis*). Она отделяет височную долю от остальной части коры мозга. Поскольку височная доля всегда «указывает» в направлении глаза, по ней легче всего определить, в какую сторону обращен мозг. Когда вы смотрите на изображение мозга, сразу ищите височную долю.

Еще один важный ориентир — мозолистое тело (*corpus callosum*), плотный пучок нервных волокон в виде моста, соединяющего правое и левое полушария. На рис. 1.7 (вверху) мозолистое тело выглядит как изогнутая структура, которая начинается под лобной корой, поворачивает кверху, потом к затылку и заканчивается непосредственно перед мозжечком. На срезе мозолистое тело имеет для невооруженного глаза белый цвет, поскольку состоит из миелинизованных аксонов, т. е. нервных волокон, покрытых белой липидной миelinовой оболочкой. Мозолистое тело (т. е. «плотное», «твердое») получило свое название благодаря тому впечатлению, которое возникло у первых анатомов, обозначивших основные структуры мозга. Это образование было открыто на достаточно раннем этапе, потому что его легко обнаружить, осторожно раздвинув два полушария. На рис. 1.9 показан классический рисунок великого художника эпохи Возрождения Тициана, иллюстратора первой подробной книги по анатомии, которую написал Андреас Везалий.

И наконец, последний ориентир — центральная борозда (*sulcus centralis*) между задней половиной мозга и лобной долей. Задняя область коры больших полушарий обеспечивает преимущественно сенсорные функции и содержит центры зрительной, пространственной, слуховой, соматической чувствитель-

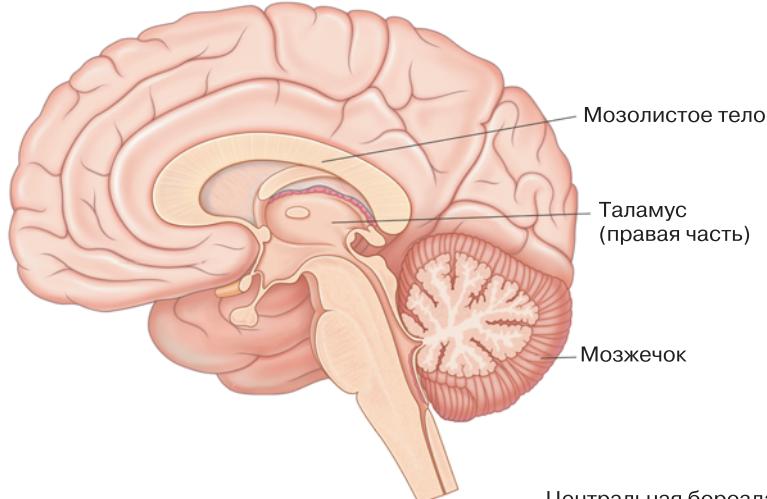
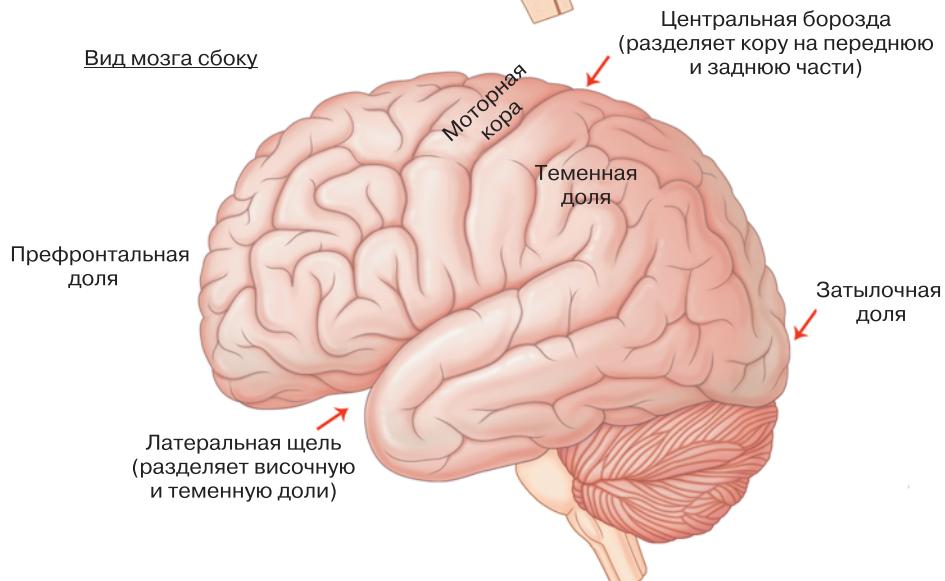
Вид мозга на мидсагиттальном срезеВид мозга сбоку

Рис. 1.7. Вид мозга сбоку и на сагиттальном срезе. Вверху: сагиттальный срез по средней линии мозга, правое полушарие. Внизу: вид сбоку, левое полушарие. Слева — передняя часть мозга, справа — задняя. Показаны префронтальная, височная, теменная, затылочная доли и мозжечок. (Источник: Drake et al., 2005.)

ности, тогда как в лобной коре находятся двигательные и когнитивные центры. Центральная борозда служит четкой границей между входными и выходными областями коры.

Чтобы сориентироваться, нужно найти на изображении мозга прежде всего эти три главные складки.

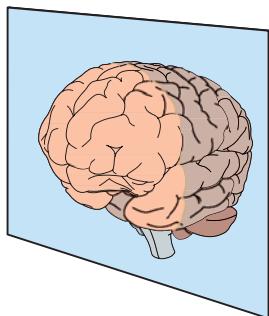
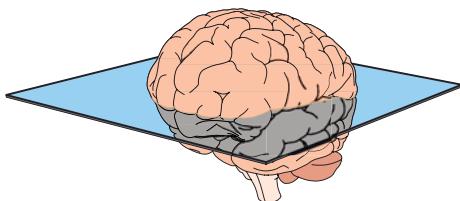
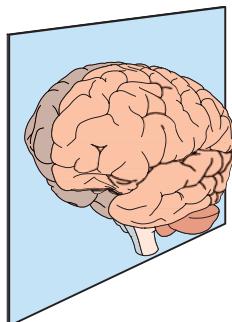


Рис. 1.8. Три основные плоскости срезов мозга. *Вверху*: сагиттальный срез мозга, т. е. срез по вертикальной плоскости от лобной доли кзади до конца мозга. Если такой срез проходит по средней линии мозга между двумя полушариями, он называется *срединным сагиттальным*. *Посередине*: горизонтальный срез мозга. *Внизу*: коронарный срез (его плоскость проходит через края воображаемой короны). (Синонимы этих терминов будут приведены в гл. 5.)

Вещество коры распространяется вглубь каждого полушария мозга. Поскольку сложный трехмерный объект трудно воспринимать, воспользуйтесь рис. 1.8, на котором показаны три плоскости срезов. Главные доли мозга и другие важные отделы необходимо знать точно так же, как вы помните названия континентов на географической карте. На протяжении всей книги мы будем рассказывать об исследованиях структур мозга, соотнося эти данные с представлениями о когнитивной деятельности человека. Знание топографии мозга поможет интерпретировать результаты нейровизуализации.

4.0. Немного истории и продолжающаяся дискуссия

Идея о том, что мозг — источник наших переживаний, возникла очень давно; Гиппократ высказывался об этом примерно 2500 лет назад. Однако тщательные исследования мозга и накопление фактов начались только в эпоху Возрождения. В 1543 г. Андреас Везалий, анатом из Антверпена, впервые опубликовал подробный атлас организма человека, включая сюда мозг. До этого времени церковь и государство считали преступлением производить посмертное вскрытие.

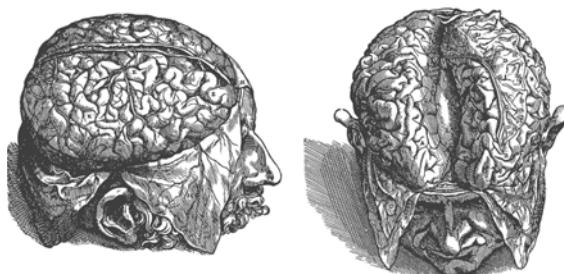


Рис. 1.9. Вверху: Андреас Везалий демонстрирует препарат руки (предплечье и кисть). Бельгийский врач Везалий (1514–1564) совершил переворот в традиционном преподавании анатомии, производя посмертные вскрытия человеческих тел. На рисунке он изображен показывающим препарат кисти и предплечья. Для него такая демонстрация была особенно важна в связи с представлением о роли божественной руки в мирских делах. Везалий опроверг основанный на библейском сказании об Адаме и Еве миф о том, что у женщины на одно ребро меньше, чем у мужчины. Вскрытия человеческих тел в то время не производились, и точные зарисовки были редкостью. В 1543 г. Везалий опубликовал свою книгу о новых данных по анатомии под названием «О строении человеческого тела». В том же году появилась книга Коперника «Обращение небесных тел», которая по-новому представила Солнечную систему. Труды обоих ученых получили широкую известность, горячко обсуждались и явились вехами в истории науки. Источник: Masquelet, 1986. Внизу: чернильные зарисовки открытой поверхности мозга; авторство приписывается Тициану. Эти иллюстрации в классической книге Везалия по анатомии объединяют искусство и науку. Обратим внимание, что на правом рисунке два полушария раздвинуты и между ними видно мозолистое тело — образование, которое соединяет два полушария и состоит примерно из 100 млн нервных волокон. Первые анатомы характеризовали эту структуру как плотную, или мозолистую, ткань — отсюда латинское название *corpus callosum* (мозолистое тело). (Источник: Squire *et al.*, 2003.)

Спустя столетие знаменитая картина Рембрандта «Урок анатомии доктора Тульпа» показывает, с каким изумлением врачи рассматривают подробности строения человеческого тела (рис. 1.1). Примерно тогда же (1490–1510) Леонардо да Винчи сделал зарисовки черепа и тела человека. Людям эпохи Возрождения был свойствен интерес ко всем проявлениям человеческой природы; в общей атмосфере любознательности попытки понять устройство мозга становились более настойчивыми.

Современные исследования уходят своими корнями глубоко в историю. Наука о поведении возникла в XIX в. Однако начало подробного изучения мозга совпадает с истоками современной науки в эпоху Европейского Возрождения, с появлением трудов Галилея, Коперника, Ньютона и Декарта. В 1665 г. Ньютон проводит свои эксперименты с призмами, желая понять природу восприятия цвета. В 1600-е гг. Левенгук и другие ученые изобретают световой микроскоп, благодаря чему в XIX–XX в. Сантьяго Рамон-и-Кахал сделал свои открытия относительно свойств нервных клеток.

История науки показывает, что чем больше мы знаем, тем яснее нам видны закономерности полученных фактов. Такого рода обобщения будут представлены на протяжении всей книги.

Связь возникновения науки о мозге с эпохой Возрождения очевидна и в наше время. В основе терминов по анатомии мозга лежат понятия на латинском языке — международном языке науки. Мы до сих пор обозначаем доли (*lobes*) коры мозга (*cortex cerebri*) латинскими названиями: *lobus occipitalis*, *l. temporalis*, *l. parietalis*, *l. frontalis* (затылочная, височная, теменная, лобная доли соответственно). Поскольку ранние исследования проводились невооруженным глазом или с помощью простых увеличительных конструкций, большинство структур получали название исходя из первого зрительного впечатления. Отсюда возникли такие термины, как *thalamus* — «чертог», *amygdala* — «миндаль», *cortex* — «наружный слой» и т. д. В названиях практически всех структур мозга используются обыденные латинские слова. Мы будем упоминать происхождение каждого нового термина, поскольку это помогает усвоить понятия.

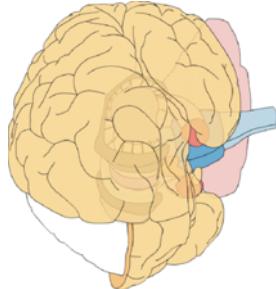
Мозг человека развивался, начиная с его зачатков у древних млекопитающих, на протяжении более чем 200 млн лет. Он устроен очень сложно, в том числе его части, которые видны невооруженным глазом. Многие поколения ученых внесли свой вклад в его изучение. Например, Рене Декарт (рис. 1.10), который теперь известен главным образом как математик и философ, вместе с тем был внимательным исследователем мозга. Одно из своих замечательных наблюдений он сделал, когда взял глаз быка, обнажил поверхность плотной белой оболочки (склеры), удалив ткань с внутренней стороны глазного яблока, и показал, что свет, проходящий через хрусталик глаза, проецируется на белую склеру, как на экран; приблизив глазное яблоко к освещенному объекту, можно было увидеть проекцию изображения. Многие люди удивлялись, что зрительный стимул проецировался на заднюю стенку глаза в перевернутом положении (верх и низ менялись местами). Декарт сумел доказать, что это объясняется оптическими свойствами хрусталика*.

* До сих пор многие люди не понимают, почему мы воспринимаем зрительные объекты не в перевернутом виде, т. е. не так, как изображение проецируется на сетчатку. Как бы вы ответили на этот вопрос?

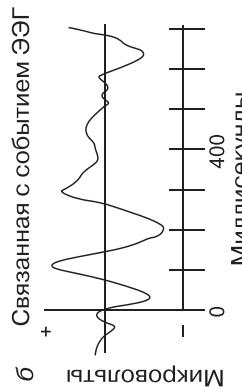
$$\begin{bmatrix} & & \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ & & \end{bmatrix}$$



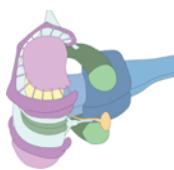
а



Кора и белое вещество



Связанная с событием ЭЭГ



Ствол мозга
и подкорковые структуры

РИСУНОК 1. Первый подход к анатомии мозга. Всегда необходимо помнить, как расположается мозг в черепе. Это первый шаг к пониманию пространственного расположения коры, которая почти на 85% состоит из белого вещества, защищенных «магистралей», связывающих все главные области мозга друг с другом. *Внизу справа:* кора располагается сверху над стволом мозга и подкорковыми зонами, которые внизу соединяются со спинным мозгом. Связанная с событием ЭЭГ, зарегистрированная у молодой девушки (а), является напоминанием о том, что существует постоянный, меняющийся отромный поток сигналов в мозге, который можно зарегистрировать в поверхностной ЭЭГ

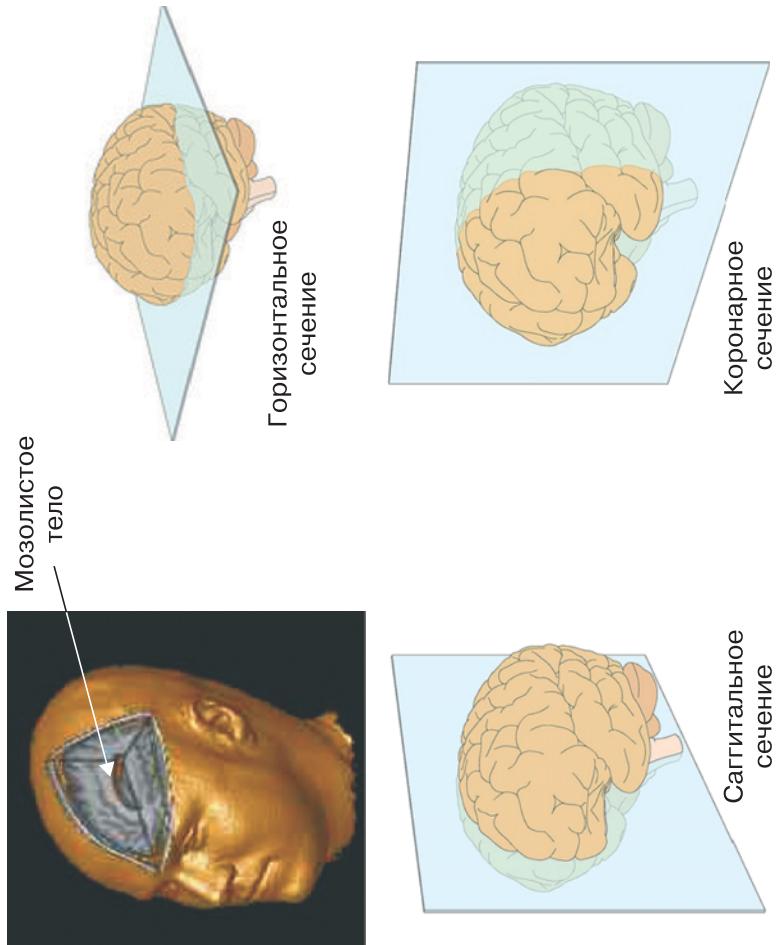


РИСУНОК 2. Используйте изображение головы человека (*наверху слева*) для правильной ориентации. Мы можем видеть мозолистое тело с левой стороны. Обратите внимание на три основные плоскости сечения мозга

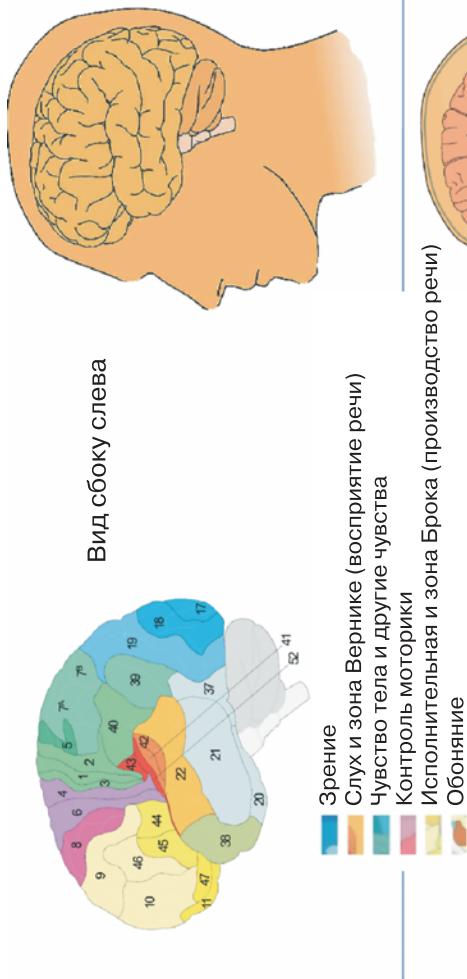


РИСУНОК 3. Специализация областей мозга, обширное покрытие мозга. Кора представляет собой плоский лист, многократно сложенный в верхней части черепа. Обратите внимание на раскрашенные области, отражающие основные функции мозга. Эти части коры обеспечивают определенные составные части сознательного опыта. Задние части отвечают на сенсорное восприятие, передняя половина — за моторную и «направленную в будущее» деятельность: сознание, рабочая память, планирование, принятие решений

$$\begin{bmatrix} & & \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ & & \end{bmatrix}$$

Книга знакомит читателя:

- с современными методами визуализации мозга, позволяющими перейти на новый уровень наблюдения (в реальном времени) и изучения когнитивных механизмов и механизмов восприятия;
- с новейшими разработками в области молекулярных основ сознания;
- с результатами новых методов регистрации активности мозга, позволяющими утверждать, что мозговые ритмы несут информацию как о сознательных, так и о бессознательных процессах;
- с современными представлениями о строении префронтальной коры, на основании которых пересмотрена роль лобных долей, считавшихся непостижимыми.

Рассмотрены все возможные нарушения мозговой деятельности: от случаев повреждения памяти до возникновения слепого зрения, гемиагнозии, прозопагнозии и других расстройств зрительной системы.

Вы узнаете:

- почему люди иногда спонтанно начинают повторять движения за другим человеком и не могут остановиться;
- почему профессиональные музыканты иногда не в состоянии подавить желание петь во время игры на инструменте;
- как спортсмены и музыканты, используя сенсомоторные области коры головного мозга, осуществляют мысленные тренировки;
- почему ученые считают, что сознание сегодня является законной и разрешимой научной проблемой;
- как возникают эмоции и чем обусловлено наше социальное поведение.

Для студентов и специалистов по психологии, биологии, педагогике и медицине.