

Содержание

Введение	15
Об этой книге	16
Кто вы, мой читатель?	17
Пиктограммы, используемые в этой книге	17
И кое-что еще	18
Куда двигаться дальше	18
Ждем ваших отзывов!	19
Благодарность автора	20
Об авторе	21
Посвящение	22
Часть 1. Знакомство с нервной системой	23
Глава 1. Краткий экскурс в историю нервной системы	25
Эволюция нервной системы	26
Специализация и коммуникация	26
Перемещения вперед, назад и по кругу скоординированным образом	27
Эволюция в сторону сложных животных	27
Выход на сцену неокортекса	27
Как работает нервная система	28
Важная роль нейронов	28
Обработка в сетях, сегментах и модулях	30
Что такое заряд. Роль электричества	31
Модульное устройство нервной системы	32
Основные функции нервной системы	32
Ощущения о мире вокруг	32
Движение с мотонейронами	33
Решения и действия	34
Обработка мыслей: использование интеллекта и памяти	35
Когда что-то идет не так: неврологические и психические заболевания	36
Революция в скором будущем: достижения в разных областях	38
Лечение дисфункций	38
Глава 2. Все о головном и спинном мозге	43
Взгляд внутрь черепа. Мозг и его составляющие	44
Неокортекс: управляющий над управляющими	44
Структура под неокортексом: таламус	54
Лимбическая система и другие важные подкорковые области	55
Переход между головным и спинным мозгом	59

Разница в мозге: размер, структура и другие особенности	62
Мой — больше, чем твой!	62
Важно то, что внутри: разница в структурной организации	62
Различия, обусловленные гендером	63
Спинальный мозг — посредник между двумя нервными системами	64
Спинально-мозговой рефлекс	66
Как двигаются ваши мышцы	67
Бей или беги: вегетативная нервная система	68
Как мы узнали то, что знаем о нейронной активности	68
Изучение проблем, вызванных травмами головного мозга	69
Использование методов визуализации мозга: ЭЭГ от возникновения до наших дней	69
Глава 3. Как работают нейроны	73
Нейроны: не просто другие клетки в организме	74
Обмен информацией у нейронов: синаптические рецепторы	74
Рецепторы: пре- и постсинаптические	75
Сигналы спайками другим нейронам	76
Вход из внешней среды: специализированные рецепторы	77
Ионотропные и метаботропные рецепторы	78
Три главных функциональных класса нейромедиаторов	79
Потрясающе! Нейроны — электрические сигнальные устройства	81
Спайк — потенциал действия	83
Завершение цикла: от потенциала действия к выделению нейромедиатора	85
Движение с помощью мотонейронов	87
Не-нейроны: глиальные клетки	87
Астроциты	88
Олигодендроциты и клетки Шванна	89
Клетки микроглии	89
Методы записи	89
Единичный внеклеточный микроэлектрод	90
Микроэлектродные решетки	90
Острые внутриклеточные электроды	90
Электроды patch-clamp	91
Приборы оптической визуализации	91
Часть 2. Познаем внутренний и внешний мир с помощью органов чувств	93
Глава 4. Как мы ощущаем: осязание	95
Как вы ощущаете? Подноготная кожи и ее сенсорных нейронов	96
Общие свойства кожи	96
Тактильные ощущения: механорецепторы	97
Как работают механорецепторы	98

Температурные и болевые ощущения	100
Ощущения положения в пространстве и движения: проприоцепция и кинестезия	101
Рецепторы кожи, локальные спинальные сети и проекции в головной мозг	102
Выходы соматосенсорных рецепторов	102
Локация ощущений: специализированные кортикальные сенсорные зоны	103
Комплексные аспекты боли	106
Уменьшение или игнорирование боли	107
Свобода от боли и ненависть к ней: периферическая невропатия	109
Хроническая боль и различия в ее индивидуальном восприятии	109
Глава 5. Взгляд на зрение	111
Быстрый щелчок затвора: глаз как фотокамера	112
Сетчатка: преобразование фотонов в электрические сигналы	113
Ловля фотонов: свет и фототрансдукция	114
Передача сообщения в мозг	115
Обработка сигналов фоторецепторов: горизонтальные и биполярные клетки	116
Передача и оформление сообщения: ганглиозные и амакриновые клетки	118
От глаз к зрительным центрам в головном мозге	120
Пункт назначения: таламус	120
Другие направления	123
От таламуса к затылочной доле	125
Нарушение зрения и оптические иллюзии	130
“А по-моему, они одинаковые”: цветовая слепота	130
Что такое слепота	131
Оптические иллюзии	132
Глава 6. Восприятие звука: слуховая сенсорная система	135
Ухо: улавливание и расшифровка звуковых волн	136
Собирание звуков: наружное ухо	137
Среднее ухо	139
Играть аккорды мозгу: внутреннее ухо	140
Осмысление звуков: центральные слуховые проекции	143
Остановки перед таламусом	144
По дороге к таламусу: медиальное колленчатое ядро	145
Звуковая обработка в мозге: верхняя височная доля	146
Обработка сложных слуховых паттернов	147
Локализация звука	149
Вычисление азимута (горизонтального угла)	149
Обнаружение высоты	150
Я вас не слышу: глухота и тиннитус	151

Потеря слуха	151
В каком ухе звенит, или Тиннитус	152
Глава 7. Запахи и вкусы	153
Что такое запах?	154
Сортировка в обонятельной луковице	155
Разные пути проекций	156
Избирательность орбитофронтальной коры	159
У вас хороший вкус	161
Распознающий язык: четыре основных вкуса	162
Сладкое	163
Соленое	163
Кислое	163
Горькое	164
Отправка вкусовых сообщений в мозг: вкусовое кодирование	164
Идентификация и запоминание вкусов	166
Роль обучения и памяти в ощущениях вкуса и обоняния	167
Проблемы со вкусом и нарушение обоняния	168
Слабое или отсутствующее обоняние	168
Насыщение	169
Часть 3. Танцуем: двигательная система организма	171
Глава 8. Основы движения	173
Разные типы движений	174
Движения, регулирующие внутренние функции организма	174
Рефлекторные движения	175
Планирование и координация движений	176
Управление движением: центральное планирование и иерархическое исполнение	177
Активация произвольных мышечных движений	177
Активация рефлекса отдергивания	178
Вверх по иерархии: локомоция	179
Использование мозга для сложного двигательного поведения	181
Тянуть на себе груз: мышечные клетки и их потенциалы действия	182
Нарушения в мышцах и мотонейронах мышц	184
Миастения гравис	184
Вирусные заболевания мотонейронов: бешенство и полиомиелит	185
Повреждение спинного мозга	185
Глава 9. Еще более четкая координация: спинной мозг и нейронные пути	187
Реакция отдергивания: рефлекс разомкнутой дуги	188
Поддержи свою осанку! Рефлексы замкнутой дуги	189
Противоположные силы: мышечные пары сгибателей-разгибателей	189

Определение правильной скорости сигнала с помощью компараторной нейронной сети	190
Модулирующие рефлексы: равновесие и локомоция	192
Поддержание баланса: вестибулоспинальный рефлекс	193
Делайте локомоцию	194
Исправление ошибок без обратной связи: мозжечок	196
Мозжечковые системы	197
Предсказание положения конечностей во время движения	199
Фокусировка на управлении движением коры и стволом мозга	199
Глава 10. Планирование и выполнение действий	201
Двигаясь от рефлексов к сознательным или целеполагающим действиям	202
Как функционируют лобные доли	203
Планирование, корректировка, обучение: префронтальная кора и подкорковые процессоры	205
Рабочая память	206
Инициирование действия: базальные ганглии	207
Находящиеся в центре: дополнительная моторная и премоторная области	209
Мозжечок: координация и заучивание движений	210
Объединим все вместе	211
Где находятся нейроны свободной воли?	211
Что приходит первым: мысль или действие?	212
Осмысление результатов исследований	213
Все же вы ответственны!	214
Обнаружение новых (и непонятных) нейронов	214
Зеркальные нейроны	215
Нейроны фон Экономо	216
Когда колеса сдуваются: двигательные расстройства	218
Миастения гравис	218
Травмы спинного и головного мозга	218
Вырождение базальных ганглиев	219
Болезнь Хантингтона	220
Глава 11. Бессознательная активность жизненно важного значения	221
Работа за кадром: вегетативная нервная система	222
Функции вегетативной нервной системы	222
Разделяй и властвуй: симпатический и парасимпатический отделы	224
Контроль за вегетативной нервной системой	226
Перекрестные сигналы: когда вегетативная нервная система дает сбой	229
Сладкие сны: сон и циркадные ритмы	230
Синхронизация биологических часов под воздействием света	230
Разные фазы сна	232
Функциональные связи ритмов мозга	236

Управление циклами сна	238
Не такие уж сладкие сны: борьба с расстройствами сна	239
Часть 4. Интеллект: мышление, мозг и сознание	243
Глава 12. Что такое интеллект, сознание и эмоции	245
Определение интеллекта	246
Происхождение интеллекта: общий или специализированный?	246
Локализация, пластичность и восстановление после повреждений головного мозга	250
Составляющие интеллекта	251
Разные уровни интеллекта	254
Интеллект об эмоциях	255
Воспоминание о сильных эмоциональных реакциях	256
Эмоции и лимбическая система	257
Что такое сознание	261
Предположения о сознании	261
Типы сознания	263
Изучение сознания	263
Два мнения и компромисс	267
Бессознательная обработка: псевдослепота, игнорирование и другие феномены	268
Глава 13. Как мозг обрабатывает мысли	273
Мозг: командование на разных уровнях	274
Все о неокортексе	275
Четыре основных доли мозга и их функции	275
Серое и белое вещество	277
Универсальная взаимосвязь и взаимосвязь тесного мира	277
Миниколонки и теория шести рукопожатий	279
Шестислойная структура коры	280
Да здравствует неокортекс!	283
Контроль за содержанием мысли: сенсорные пути и иерархии	284
Сенсорная передача из таламуса в кору	285
Гиппокамп: специализация на памяти	287
Разделяй и властвуй: язык, зрение и полушария мозга	288
Системы мозга, специализирующиеся на языке	289
Видеть целое и части: асимметрия визуальной обработки	291
Где находится сознание	292
Язык и повреждения в левом или правом полушарии	292
Что такое “интерпретатор левого полушария”	294
Глава 14. Руководящий мозг	295
Мозг, который у вас есть сегодня: неокортекс против мозга рептилии	296
Мой неокортекс больше твоего	297

Отношение между размером префронтальной коры и способностью добиваться целей	299
Рабочая память, решение проблем и латеральная префронтальная кора	300
Процессы мозга, управляющие рабочей памятью	301
Ограничения рабочей памяти	303
Персеверация: придерживаться старого, даже если это уже не работает	306
Формирование и изменение ваших мыслей: орбитофронтальная кора	307
“Спинным мозгом чувствую”: заученные эмоциональные реакции	307
Азарт в жизни: риски, нежелание рисковать и удовольствие	308
Ситуативное мышление: думать о социальных последствиях	309
Мы уже у цели? Передняя поясная кора	309
Ошибки и изменение тактики	310
Бездумные действия	311
Кто присматривает за памятью? Проблемы в передней поясной коре	312
Глава 15. Обучение и память	313
Обучение и память: еще один способ адаптироваться к окружающей среде	314
Адаптация в ходе развития	315
Классическое обучение	315
Больше и меньше сигналов: адаптация и фасилитация	316
Адаптация	317
Фасилитация	317
Изучение привыкания и сенситизации у морских моллюсков	318
Что происходит во время обучения: изменение синапсов	319
Нейронные вычисления: нейронные элементы И и ИЛИ	319
Нейрон Мак-Каллока–Питтса	321
Смена проводки мозга: NMDA-рецептор	323
Роль гиппокампа в обучении и запоминании	328
Переход из кратковременной памяти в долговременную	328
Припоминание как знание: корковые механизмы	332
Знать и знать, что вы знаете: контекстная и эпизодическая память	333
Потеря памяти: забывчивость, амнезия и другие расстройства	334
Как стать умнее: улучшение обучения	337
Распределение времени обучения на много коротких занятий	337
Достаточное количество сна	338
Упражняться мысленно	338
Награда и наказание	338
Глава 16. Развитие и модификация сетей мозга: пластичность	341
Развитие с момента зачатия	342
Появившаяся из эктодермы: эмбриональная нервная система	342
Добавление слоев: развитие коры головного мозга	345

Общая проводка: как аксоны связывают разные области мозга друг с другом	349
Обучение на опыте: пластичность и развитие кортикальных карт	351
Картирование: перенестись в мир зрения, слуха и осязания	352
Общие сигналы и общая проводка: правило Хебба	353
Эффекты окружающей среды: природа или воспитание	355
Генетика: специфика процедуры построения мозга	355
По неправильному пути: нарушения развития нервной системы	358
Поиск нарушений в геномном развитии у мутантных мышей	360
Влияние окружающей среды на развитие человеческого мозга	361
Стареющий мозг	362
Жить долго и счастливо: стратегии мозга по изменению продолжительности жизни	363
Накапливающиеся удары: специфические возрастные дисфункции мозга	364
Глава 17. Нейронные дисфункции, психические болезни и препараты, влияющие на мозг	369
Причины и типы психических расстройств	370
Генетические сбои	371
Психические болезни, вызванные развитием и окружающей средой	373
Психические болезни со смешанными компонентами генетики и развития	374
Фармацевтика дает надежду	381
Типичные и атипичные антипсихотические лекарственные препараты	381
Препараты, влияющие на рецепторы ГАМК	382
Препараты, влияющие на серотонин	382
Препараты, влияющие на дофамин	383
Некоторые природные психоактивные субстанции	383
Часть 5. Великолепные десятки	385
Глава 18. Десять (или около того) важнейших структур мозга	387
Неокортекс	388
Таламус: ворота в неокортекс	388
Подушка таламуса	389
Мозжечок	389
Гиппокамп	390
Области Вернике и Брока	390
Веретенообразная лицевая область	391
Миндалина	392
Латеральная префронтальная кора	393
Черная субстанция (базальные ганглии)	393
Передняя поясная кора	394

Глава 19. Десять уловок нейронов, позволяющих им делать то, что они делают	395
Преодоление нейронами ограниченного размера	396
Достижение наибольшей отдачи с помощью дендритных шипов	397
Лиганд-зависимые рецепторы, позволяющие нейронам общаться химически	397
Специализация на разных органах чувств	398
Вычисления с помощью токов в ионных каналах	399
Сохранение сильного сигнала на большие расстояния	399
Аксон: отправка сигналов из головы к пальцу ноги	400
Ускорение процессов с помощью миелинизации	401
Нейронный гомеостаз	401
Изменение веса синапсов при адаптации и обучении	402
Глава 20. Десять удивительных фактов о мозге	405
У него 100 миллиардов клеток и квадриллион синапсов	405
Сознание не находится в какой-то специальной области мозга	406
У него нет болевых рецепторов	407
Разрезание крупнейшего волоконного пути в мозге порождает ряд побочных эффектов	408
Размер мозга Эйнштейна был меньше среднестатистического	408
Взрослые теряют по несколько сот тысяч нейронов в день без заметных последствий	409
Кроме всего прочего, мозг потребляет много энергии	410
Это миф, что мы используем всего 10% нашего мозга	411
Повреждения мозга привели к научным открытиям	412
Взрослый мозг может порождать новые нейроны	413
Глава 21. Десять перспективных направлений терапии будущего	415
Коррекция нарушений развития с помощью генной терапии	416
Увеличение мозга с помощью генной инженерии	416
Коррекция травм головного мозга стволовыми клетками	417
Использование глубокой стимуляции головного мозга для лечения неврологических расстройств	418
Внешняя стимуляция мозга с помощью ТМС и ТСПТ	419
Использование нейропротезов при сенсорной депривации	420
Борьба с параличами с помощью нейропротезов	421
Улучшение мозга с помощью нейропротезирования	422
Контролируемое компьютером обучение	422
Лечение заболеваний с помощью нанороботов	423
Предметный указатель	425