



**Предисловие редакторов русского перевода**

**Предисловие авторов к русскому изданию**

**I Введение**

**1 Принципы передачи информации и структурная организация мозга**

§ 1. Строение сетчатки

§ 2. Сигналы нервных клеток

§ 3. Клеточная и молекулярная биология нейронов

§ 4. Регуляция развития нервной системы

§ 5. Регенерация нервной системы после травмы

Выводы

Цитированная литература

**II Передача информации в нервной системе**

**2 Ионные каналы и нейрональная сигнализация**

§ 1. Свойства ионных каналов

§ 2. Измерение токов одиночного канала

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

**3 Структура ионных каналов**

§ 1. Никотиновый ацетилхолиновый рецептор

§ 2. Суперсемейства рецепторов

§ 3. Потенциал-активируемые каналы

§ 4. Другие каналы

§ 5. Разнообразие субъединиц

Заключение

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

**4 Транспорт через мембрану клетки**

§ 1. Натрий-калиевый обменный насос

§ 2. Кальциевые насосы

§ 3. Натрий-кальциевый обменник

§ 4. Хлорный транспорт

§ 5. Транспорт нейромедиаторов

§ 6. Молекулярная структура переносчиков

§ 7. Роль механизмов транспорта

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

**5 Ионные механизмы потенциала покоя**

§ 1. Идеальная клетка

§ 2. Мембранный потенциал в аксоне кальмара

### § 3. Изменения мембранного потенциала

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

## **6 Ионные механизмы потенциала действия**

### § 1. Натриевые и калиевые токи

### § 2. Эксперимент с фиксацией потенциала

### § 3. Молекулярные механизмы активации и инактивации

### § 4. Роль кальция в возбуждении клетки

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

## **7 Нейроны как проводники электричества**

### § 1. Пассивные электрические свойства нервных и мышечных мембран

### § 2. Распространение потенциала действия

### § 3. Проведение в дендритах

### § 4. Токи, протекающие между клетками

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

## **8 Свойства и функции нейроглиальных клеток**

### § 1. Физиологические свойства клеточных мембран глиальных клеток

### § 2. Функции глиальных клеток

### § 3. Эффекты нейрональной активности на глиальные клетки

### § 4. Глиальные клетки и гематоэнцефалический барьер

### § 5. Глиальные клетки и иммунные ответы в ЦНС

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

## **9 Основы прямой синаптической передачи**

### § 1. Нервные клетки и синаптические контакты

### § 2. Электрическая синаптическая передача

### § 3. Химическая синаптическая передача

### § 4. Прямое синаптическое торможение

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

## **10 Механизмы непрямо́й синаптической передачи**

### § 1. Метаботропные рецепторы и G-белки

### § 2. Прямая модуляция активности ионных каналов G-белками

### § 3. Активация G-белками внутриклеточных вторичных посредников

### § 4. Кальций в роли внутриклеточного вторичного посредника

### § 5. Длительное действие медиаторов непрямого действия

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

#### **11 Высвобождение медиатора**

§ 1. Основные свойства процесса высвобождения медиатора

§ 2. Квантовое высвобождение медиатора

§ 3. Везикулярная гипотеза высвобождения медиатора

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

#### **12 Синаптическая пластичность**

§ 1. Кратковременные изменения

§ 2. Долговременные изменения

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

#### **13 Клеточная и молекулярная биохимия синаптической передачи**

§ 1. Нейромедиаторы

§ 2. Синтез нейромедиаторов

§ 3. Хранение медиаторов в синаптических пузырьках

§ 4. Аксонный транспорт

§ 5. Высвобождение медиаторов и метаболический круговорот везикул

§ 6. Локализация рецепторов медиаторов

§ 7. Удаление медиаторов из синаптической щели

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

#### **14 Нейромедиаторы в центральной нервной системе**

§ 1. Картирование распределения медиаторов

§ 2. Пептидные медиаторы в ЦНС

§ 3. Регуляция функций центральной нервной системы биогенными аминами

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

### **III Интегративные механизмы**

#### **15 Клеточные механизмы интеграции и поведения у пиявок, муравьев и пчел**

§ 1. От нейрона к поведению и обратно

§ 2. Интеграция информации отдельными нейронами в ЦНС пиявки

§ 3. Навигация у пчел и муравьев

§ 4. Зачем нужно изучать нервную систему беспозвоночных?

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

#### **16 Вегетативная (автономная) нервная система**

- § 1. Непроизвольно управляемые функции
- § 2. Синаптическая передача от постганглионарных аксонов

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

### **17 Трансдукция механических и химических стимулов**

- § 1. Кодирование стимулов механорецепторами
- § 2. Трансдукция механических стимулов
- § 3. Обоняние
- § 4. Механизмы вкуса
- § 5. Трансдукция ноцицептивных и температурных стимулов

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

### **18 Обработка соматосенсорных и слуховых сигналов**

- § 1. Соматосенсорная система: тактильное распознавание
- § 2. Слуховая система: кодирование частоты звука

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

### **19 Передача и кодирование сигнала в сетчатке глаза**

- § 1. Глаз
- § 2. Сетчатка
- § 3. Зрительные пигменты
- § 4. Передача сигнала в фоторецепторах
- § 5. Передача сигнала от фоторецепторов на биполярные клетки
- § 6. Рецептивные поля ганглиозных клеток

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

### **20 Кодирование сигнала в латеральном колленчатом теле и первичной зрительной коре**

- § 1. Латеральное колленчатое тело
- § 2. Цитоархитектоника зрительной коры
- § 3. Стратегии изучения коры

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

### **21 Функциональная архитектура зрительной коры**

- § 1. Колонки с доминированием одного глаза и ориентационные колонки
- § 2. Параллельная обработка информации о форме, движении и цвете
- § 3. Интеграция зрительной информации
- § 4. Что дальше?

Выводы

Рекомендуемая литература

## Цитированная литература

### **22 Клеточные механизмы двигательного контроля**

- § 1. Двигательная единица
- § 2. Спинальные рефлексы
- § 3. Генерация координированных движений
- § 4. Организация двигательных путей
- § 5. Двигательная кора и выполнение произвольных движений
- § 6. Мозжечок
- § 7. Базальные ганглии

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

## **IV Развитие нервной системы**

### **23 Развитие нервной системы**

- § 1. Развитие нервной системы в раннем периоде
- § 2. Региональная спецификация нервной ткани
- § 3. Происхождение нейронов и клеток глии
- § 4. Рост аксона
- § 5. Управление ростом аксона
- § 6. Иннервация клетки-мишени
- § 7. Образование синапсов
- § 8. Факторы роста и выживание нейронов
- § 9. Конкурентные взаимодействия во время развития
- § 10. Общие размышления о нейронной специфичности

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

### **24 Денервация и регенерация синаптических связей**

- § 1. Изменения в аксотомированных нейронах и окружающих глиальных клетках
- § 2. Эффекты денервации на постсинаптические клетки
- § 3. Регенерация периферической нервной системы позвоночных
- § 4. Роль базальной мембраны в регенерации нервно-мышечных синапсов
- § 5. Регенерация в ЦНС млекопитающих

Выводы

Рекомендуемая литература

Цитированная литература

### **25 Критические периоды развития зрительной и слуховой систем**

- § 1. Зрительная система у новорожденных обезьян и котят
- § 2. Последствия аномального сенсорного опыта в ранние периоды жизни  
Необходимые условия для поддержания функционирования нервных связей
- § 3. в зрительной системе
- § 4. Клеточные и молекулярные механизмы депривационных изменений
- § 5. Критические периоды развития слуховой системы
- § 6. Критические периоды для развития высших функций

Выводы  
Рекомендуемая литература  
Цитированная литература

## **V Выводы**

### **26 Нерешенные вопросы**

Заключение  
Рекомендуемая литература  
Цитированная литература

### **Приложение А. Электрический ток в цепи**

### **Приложение В. Метаболические пути синтеза и инактивации низкомолекулярных медиаторов**

### **Приложение С. Структуры и пути мозга**

### **Словарь терминов**

### **Часто встречаемые сокращения**

### **Предметный указатель**

## **Предисловие редакторов русского перевода**



Данная книга является переводом четвертого издания знаменитой и ставшей классической книги "От нейрона к мозгу". Первое издание этой книги, написанной Стефеном Куффлером и Джоном Николлсом в 1975 году, было переведено на русский язык и вышло в СССР в 1979 году под редакцией профессора Л.Г.Магазаника. Несмотря на большой тираж, книга быстро исчезла с прилавков магазинов и стала настольным учебником для нескольких поколений нейрофизиологов. Последующие английские издания книги были существенно переработаны новым коллективом авторов, однако ни второе, ни третье издание в России не выходили. Публикация на русском языке данного, четвертого издания стала возможной благодаря поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Возвращение к этой книге в начале нового тысячелетия кажется нам символическим -- новое издание для нового поколения означает, надеемся, возрождение интереса к науке.

Цель нового издания, декларированная в предисловии к английскому изданию, осталась той же, что и первого, написанного более четверти века назад -- "описать способы передачи сигналов нервными клетками, как сигналы анализируются и как на основе этой интеграции возникают высшие функции мозга". Однако, фактически, это новая книга, написанная в соответствии с бурным развитием нейробиологии последних лет. В предисловии, специально написанном к русскому переводу четвертого издания, Джон Николлс особо выделяет предмет "нейробиология" как междисциплинарную науку, способную интегрировать знания и подходы смежных наук. В России нейробиология пока не выделена в отдельный предмет, как это произошло в большинстве известных западных университетов. Книга "От нейрона к мозгу" может стать для студентов, по сути дела, учебником по нейробиологии. Мы намеренно представили часть текста в подписях к рисункам как на русском, так и на оригинальном английском языке. Нам кажется, что это позволит студентам и начинающим ученым легче освоить специфическую терминологию и быстрее интегрироваться в интернациональное научное сообщество.

Новая книга сохранила узнаваемые черты первого издания, такие как доступность и простота толкования самых сложных явлений в сочетании с высокой научностью, логично отслеженная взаимосвязь различных вопросов нейробиологии, огромное количество ярких наглядных иллюстраций. Объяснение каждого процесса ведется

логично и последовательно, мысль авторов четка и ясна. Приятной особенностью книги является то, что авторы не опускают спорные вопросы, описывают альтернативные точки зрения и указывают на нерешенные в настоящее время проблемы. Последнее особенно ценно, поскольку это указания экспертов в этой области на перспективные направления возможного дальнейшего развития нейронауки. Не оставлен без внимания и исторический анализ развития представлений о работе мозга, что делает книгу эмоциональной и увлекательной.

Постоянным автором и главным инициатором всех четырех изданий является Джон Николлс (John Nicolls), профессор Международной высшей школы (SISSA) в Триесте (Италия). Другими авторами являются известные нейробиологи Брюс Валлас (Bruce G.Wallace) и Роберт Мартин (A.Robert Martin) (University of Colorado), а также Пол Фукс (Paul A.Fuchs) (The John Hopkins University). Все авторы внесли существенный личный вклад в разработку излагаемых проблем, что обеспечило "взгляд изнутри" на многие проблемы нейробиологии и привнес в изложение особую достоверность и точность.

Первое издание "От нейрона к мозгу" до сих пор входит как рекомендованная литература практически во все курсы, касающиеся работы мозга, для студентов медицинских и биологических вузов России. Надеемся, что новое, полностью переработанное современное издание займет такое же место.

*П.Балабан, Р.Гиниатуллин*

## Предисловие авторов к русскому изданию



При написании "От нейрона к мозгу" я и мои коллеги прежде всего преследовали цель создания легко читаемой книги, которая помогла бы студентам медицинских и биологических факультетов в освоении знаний о нервной системе. Мы надеялись, что книга будет полезна и исследователям в этой области, равно как и физикам, инженерам и молекулярным биологам.

Термины "нейробиология" и "нейронауки" вошли в обиход в 60-е годы XX в., когда Стивен Куффлер создал в медицинской школе Гарвардского университета первый факультет, сотрудниками которого стали физиологи, анатомы и биохимики. Работая вместе, они решали проблемы функционирования и развития нервной системы, исследовали молекулярные механизмы работы мозга. До этого ученые этих специальностей работали отдельно, и учебники того времени отражают существовавшее разделение. Настоящая книга представляет собой особый подход к экспериментальному анализу и отражает развитие ключевых концепций науки о мозге вне зависимости от используемых методов.

Авторы книги очень надеялись на то, что богато иллюстрированный материал будет легко доступен каждому студенту, который просто пролистает книгу и решит, стоит ли ее прочесть. Несмотря на то, что английский язык сейчас стал необходимой частью образования исследователя, текст не на родном языке всегда воспринимается труднее. Теряется та часть научного подхода, которую мы старались передать в книге: красота науки, эlegantность экспериментов, связь между классическими исследованиями прошлых лет и открывающиеся сегодня горизонты будущего. Именно поэтому известие о том, что вскоре появится русский перевод последнего издания нашей книги, так радует авторов. Стивен Куффлер всегда надеялся, что его книга будет переведена на другие языки. Первое издание книги было блестяще переведено в 1979 году нашим другом профессором Львом Магазаником из Института эволюционной физиологии и биохимии РАН (Ленинград). С тех пор было сделано столько ключевых открытий и настолько изменилось наше понимание механизмов работы мозга, что появление на русском языке книги для студентов о современной нейронауке стало необходимостью.

Многие известные ученые России и бывшего СССР внесли огромный вклад в наше понимание биофизических, нейрхимических и высших функций мозга, что послужило основой для развития исследований синаптической передачи, передачи зрительного сигнала, механизмов моторного контроля, функций коры мозга и механизмов обучения. Этот вклад и создание признанных научных школ также лежат в основе появившегося в последнее время в мире нового интереса к нейронаукам.

Как всегда, авторы благодарят нашего издателя Э.Синауэра за помощь в издании оригинала и русского перевода. Мы благодарим наших друзей профессоров П.Балабана и Р.Гиниатуллина за их усилия по редактированию и выпуску российского издания. Переводчики Л.Хируг, Р.Хасипов и А.Галкин, вместе с редакторами быстро и профессионально завершили подготовку издания. Несомненным достоинством книги является сохранение оригинальных подписей на английском языке, что позволяет легче перейти к анализу мировой литературы.

Мы надеемся, что настоящее издание послужит дальнейшим стимулом к развитию интереса к бурно развивающимся в настоящее время нейронаукам, вклад в которые российских ученых неоспорим.

*Джон Николлс 2003 г., Триест, Италия*

## Об авторе



**John G. Nicholls** is a Fellow of the Royal Society and Professor of Biophysics at the International School for Advanced Studies in Trieste. He was born in London and received a medical degree from Charing Cross Hospital and a PhD in physiology from the Department of Biophysics at University College London, where he did research under the direction of Sir Bernard Katz. He has worked at University College London, at Oxford, Harvard, Yale and Stanford Universities and at the Biocenter in Basel. His work concerns regeneration of the nervous system after injury, which he studied first in an invertebrate, the leech, and recently in immature mammalian spinal cord.