

# Оглавление

Предисловие редакторов  
русского перевода . . . . . 13

Предисловие авторов  
к русскому изданию . . . . . 14

## Раздел I Введение . . . . . 15

### Глава 1. Принципы передачи информации и структурная организация мозга . . . . . 15

Взаимосвязи в простых нервных системах (15).  
Сложные нейронные сети и высшие функции  
мозга (15).

#### § 1. Строение сетчатки . . . . . 17

Образы и связи нейронов (17). Тело клетки,  
дендриты, аксоны (18). Методы идентифика-  
ции нейронов и прослеживание их связей (18).  
Ненервные элементы мозга (19). Группировка  
клеток в соответствии с функцией (20). Под-  
типы клеток и функция (20). Конвергенция  
и дивергенция связей (20).

#### § 2. Сигналы нервных клеток . . . . . 20

Классы электрических сигналов (21). Универ-  
сальность электрических сигналов (21). Тех-  
ника записи сигналов от нейронов с помо-  
щью электродов (22). Неинвазивные мето-  
ды регистрации нейронной активности (23).  
Распределение локальных градуальных потен-  
циалов и пассивные электрические свойства  
нейронов (23). Распространение изменений  
потенциала в биполярных клетках и фото-  
рецепторах (24). Свойства потенциалов дей-  
ствия (24). Распространение ПД вдоль нерв-  
ных волокон (25). ПД как нейронный код (26).  
Синапсы: области межклеточной коммуника-  
ции (26). Химически опосредованная синап-  
тическая передача (26). Возбуждение и тор-  
можение (27). Электрическая передача (28).  
Модуляция синаптической эффективности  
(29). Интегративные механизмы (29). Слож-  
ность информации, передаваемой потенциа-  
лами действия (30).

#### § 3. Клеточная и молекулярная биология нейронов . . . . . 31

#### § 4. Регуляция развития нервной системы . . . 32

#### § 5. Регенерация нервной системы после травмы . . . . . 33

Выводы . . . . . 33

Цитированная литература . . . . . 33

## Раздел II Передача информации в нервной системе . . . . . 34

### Глава 2. Ионные каналы и нейрональная сигнализация . . . 34

#### § 1. Свойства ионных каналов . . . . . 35

Клеточная мембрана нервной клетки (35). Как  
выглядят ионные каналы? (36). Избиратель-  
ность каналов (36). Открытое и закрытое со-  
стояния (36). Способы активации (37).

#### § 2. Измерение токов одиночного канала . . . 38

Пэтч-кламп метод (38). Конфигурации пэтч-  
кламп метода (40). Внутриклеточная микро-  
электродная регистрация (41). Внутриклеточ-  
ная регистрация шума ионных каналов (41).  
Проводимость каналов (42). Проводимость  
и проницаемость (44). Равновесный потен-  
циал (44). Уравнение Нернста (45). Движу-  
щая сила (46). Нелинейные отношения «ток—  
напряжение» (46). Проницаемость ионных ка-  
налов (46). Значение ионных каналов (47).

Выводы . . . . . 47

Рекомендуемая литература . . . . . 48

Цитированная литература . . . . . 48

### Глава 3. Структура ионных каналов . . . . . 49

#### § 1. Никотиновый ацетилхолиновый рецептор . . . . . 50

Физические свойства АХР рецептора (50).  
Аминокислотная последовательность субъеди-  
ниц АХР (51). Вторичная и третичная струк-  
тура АХР (51). Структура и функция кана-  
ла (53). Эмбриональный и взрослый типы  
АХР в мышце млекопитающих (54). Какие  
субъединицы АХР выстраивают пору? (54).  
Структура АХР с высоким разрешением (55).  
Открытое и закрытое состояния АХР (56).  
Разнообразие субъединиц нейронального АХР  
(56). Субъединичная композиция нейрональ-  
ных АХР (56).

#### § 2. Суперсемейства рецепторов . . . . . 57

ГАМК, глициновые и 5-НТ рецепторы (57).  
Ионная избирательность лиганд-активируе-  
мых ионных каналов (58).

#### § 3. Потенциал-активируемые каналы . . . . . 58

Потенциал-активируемые натриевые каналы  
(58). Аминокислотная последовательность и  
третичная структура натриевого канала (60).  
Потенциал-активируемые кальциевые кана-  
лы (60). Потенциал-активируемые калиевые  
каналы (60). Сколько субъединиц в калиевом  
канале? (61). Строение поры потенциал-акти-  
вируемых каналов (62). Анализ структуры ка-  
лиевого канала с высоким разрешением (62).

#### § 4. Другие каналы . . . . . 64







§ 4. Токи, протекающие между клетками . . . . .	140
Структуры, обеспечивающие электрическое сопряжение: щелевые соединения (140).	
Выводы . . . . .	140
Рекомендуемая литература . . . . .	141
Цитированная литература . . . . .	141

## Глава 8. Свойства и функции нейроглиальных клеток . . . . . 143

Исторический ракурс (143). Морфология и классификация глиальных клеток (144). Структурные связи между нейронами и глией (145).	
§ 1. Физиологические свойства клеточных мембран глиальных клеток . . . . .	146
Ионные каналы, транспортеры и рецепторы в мембранах глиальных клеток (148). Электрические контакты между глиальными клетками (149).	
§ 2. Функции глиальных клеток . . . . .	149
Миелин и роль глиальных клеток в проведении возбуждения по аксонам (150). Глиальные клетки, развитие ЦНС и секреция факторов роста (152). Роль микроглиальных клеток в репарации и регенерации в ЦНС (153). Шванновские клетки как пути роста в периферических нервах (154). Замечание (154).	
§ 3. Эффекты нейрональной активности на глиальные клетки . . . . .	156
Накопление калия во внеклеточном пространстве (156). Прохождение токов и движение калия через глиальные клетки (156). Глия как буфер экстраклеточной концентрации калия (156). Эффекты медиаторов на глиальные клетки (157). Освобождение медиаторов глиальными клетками (158). Кальциевые волны в глиальных клетках (158). Перенос метаболитов от глиальных клеток к нейронам (159). Эффекты глиальных клеток на нейрональную сигнализацию (160).	
§ 4. Глиальные клетки и гематоэнцефалический барьер . . . . .	160
Предположение о роли астроцитов в кровоснабжении мозга (161).	
§ 5. Глиальные клетки и иммунные ответы в ЦНС . . . . .	162
Выводы . . . . .	162
Рекомендуемая литература . . . . .	162
Цитированная литература . . . . .	163

## Глава 9. Основы прямой синаптической передачи . . . . . 165

§ 1. Нервные клетки и синаптические контакты . . . . .	166
Химическая передача в вегетативной нервной системе (166). Химическая синаптическая передача в нервно-мышечном соединении позвоночных (167).	
§ 2. Электрическая синаптическая передача . . . . .	168
Идентификация и характеристики электрических синапсов (168). Синаптическая задержка в химических и электрических синапсах (169).	
§ 3. Химическая синаптическая передача . . . . .	170

Структура синапса (172). Синаптические потенциалы в нервно-мышечном соединении (172). Определение участков мышечного волокна, чувствительных к АХ (173). Другие способы для определения распределения рецепторов АХ (175). Измерение ионных токов, вызванных АХ (176). Почему важно знать потенциал реверсии? (178). Сравнительный вклад натрия, калия и кальция в потенциал концевой пластинки (179). Проводимость мембраны в покое и амплитуда синаптического потенциала (179). Кинетика токов через одиночные каналы, активируемые АХ (179).

§ 4. Прямое синаптическое торможение . . . . .	181
Потенциал реверсии тормозных потенциалов (181). Пресинаптическое торможение (183). Десенситизация (185). Рецепторы, которые опосредуют прямую и непрямую химическую передачу (186).	
Выводы . . . . .	186
Рекомендуемая литература . . . . .	187
Цитированная литература . . . . .	187

## Глава 10. Механизмы непрямой синаптической передачи . . . . . 190

§ 1. Метаботропные рецепторы и G-белки . . . . .	191
Структура метаботропных рецепторов (191). Структура и функция G-белков (192). Десенситизация (193).	
§ 2. Прямая модуляция активности ионных каналов G-белками . . . . .	194
Активация калиевых каналов G-белками (194). Ингибирование кальциевых каналов, опосредованное G-белками (195).	
§ 3. Активация G-белками внутриклеточных вторичных посредников . . . . .	196
$\beta$ -Адренорецепторы активируют кальциевые каналы через G-белки и аденилатциклазу (196). Регуляция активности кальциевых каналов через другие сигнальные пути (198). Модуляция активности кальциевых каналов посредством фосфорилирования (199). Активация фосфолипазы C (201). Активация фосфолипазы A <sub>2</sub> (202). Сигнализация через NO и CO (203). Модуляция калиевых и кальциевых каналов метаботропными рецепторами (204).	
§ 4. Кальций в роли внутриклеточного вторичного посредника . . . . .	204
Быстрое ингибирование синаптической передачи, опосредованное кальцием (205). Многообразие путей кальциевой сигнализации (205).	
§ 5. Длительное действие медиаторов непрямого действия . . . . .	205
Выводы . . . . .	207
Рекомендуемая литература . . . . .	209
Цитированная литература . . . . .	209

## Глава 11. Высвобождение медиатора . . . . . 211

§ 1. Основные свойства процесса высвобождения медиатора . . . . .	212
---	-----



Деполаризация нервных окончаний и высвобождение медиатора (212). Синаптическая задержка (213). Значение кальция для процесса высвобождения (213). Измерение входа кальция в пресинаптическое нервное окончание (214). Локализация мест входа кальция (216). Роль деполаризации в высвобождении медиатора (217).	
§ 2. Квантовое высвобождение медиатора . . .	218
Спонтанное высвобождение квантов медиатора (219). Неквантовое высвобождение (220). Флуктуации потенциала концевой пластинки (220). Статистический анализ потенциалов концевой пластинки (220). Квантовый состав в синапсах между нейронами (224). Количество молекул в кванте (224). Количество каналов, активируемых квантом (225). Изменение размера кванта в нервно-мышечном соединении (227).	
§ 3. Везикулярная гипотеза высвобождения медиатора . . . . .	227
Ультраструктура нервного окончания (228). Экзоцитоз синаптических везикул (230). Морфологическое свидетельство в пользу экзоцитоза (230). Круговорот синаптических везикул (233). Наблюдения за экзоцитозом и эндоцитозом в живых клетках (235).	
Выводы . . . . .	240
Рекомендуемая литература . . . . .	240
Цитированная литература . . . . .	241
<b>Глава 12. Синаптическая пластичность . .</b>	<b>243</b>
§ 1. Кратковременные изменения . . . . .	244
Фасилитация и депрессия выброса медиатора (245). Роль кальция в фасилитации (246). Усиление синаптической передачи (246). Посттетаническая потенциация (246).	
§ 2. Долговременные изменения . . . . .	248
Долговременная потенциация (248). Ассоциативная ДВП в пирамидных клетках гиппокампа (249). Механизмы индукции ДВП (250). Механизм проявления ДВП (251). Молчащие синапсы (251). Регуляция количества синаптических рецепторов (252). Пресинаптическая ДВП (253). Долговременная депрессия (254). ДВД в мозжечке (255). Индукция ДВД (256). Системы вторичных посредников, опосредующие ДВД (256). Проявление ДВД (257). Значение изменений синаптической эффективности (257).	
Выводы . . . . .	258
Рекомендуемая литература . . . . .	258
Цитированная литература . . . . .	259
<b>Глава 13. Клеточная и молекулярная биохимия синаптической передачи . . . . .</b>	<b>261</b>
§ 1. Нейромедиаторы . . . . .	262
Идентификация медиаторов (262). Нейромедиаторы как посредники (263). Молекулы медиаторов (264).	
§ 2. Синтез нейромедиаторов . . . . .	264
Синтез ацетилхолина (АХ) (266). Синтез дофамина и норадреналина (268). Синтез 5-НТ (270). Синтез ГАМК (271). Синтез глутамата (272). Кратко- и долговременная регуляция синтеза медиаторов (272). Синтез нейропептидов (273).	
§ 3. Хранение медиаторов в синаптических пузырьках . . . . .	275
§ 4. Аксонный транспорт . . . . .	276
Скорость и направленность аксонного транспорта (276). Микротрубочки и быстрый транспорт (277). Механизм медленного аксонного транспорта (278).	
§ 5. Высвобождение медиаторов и метаболический круговорот везикул . .	279
Сортировка везикул в нервном окончании (279). Консервативные механизмы транспорта синаптических пузырьков (280). Синаптотаксин и зависимость высвобождения медиаторов от кальция (282). Бактериальные нейротоксины нацелены на SNARE комплекс (282). Восстановление компонентов мембран синаптических пузырьков путем эндоцитоза (282).	
§ 6. Локализация рецепторов медиаторов . . .	283
Пресинаптические рецепторы (285).	
§ 7. Удаление медиаторов из синаптической щели . . . . .	285
Удаление АХ ацетилхолинэстеразой (285). Удаление АТФ путем гидролиза (287). Удаление медиаторов путем захвата (287).	
Выводы . . . . .	288
Рекомендуемая литература . . . . .	288
Цитированная литература . . . . .	289
<b>Глава 14. Нейромедиаторы в центральной нервной системе . . . . .</b>	<b>292</b>
§ 1. Картирование распределения медиаторов ГАМК и глицин: тормозные медиаторы в ЦНС (295). Рецепторы ГАМК (295). Модуляция функции ГАМК <sub>A</sub> рецепторов бензодиазепинами и барбитуратами (296). Глутаматные рецепторы в ЦНС (297). Оксид азота как медиатор в ЦНС (298). Ацетилхолин: базальные ядра переднего мозга (298). Холинергические нейроны, когнитивные функции и болезнь Альцгеймера (299). АТФ и аденозин как медиаторы ЦНС (301).	293
§ 2. Пептидные медиаторы в ЦНС . . . . .	301
Субстанция Р (302). Опиоидные пептиды (302).	
§ 3. Регуляция функций центральной нервной системы биогенными аминами .	303
Норадреналин: голубое пятно (locus coeruleus) (303). 5-НТ: ядра шва (raphe nuclei) (304). Гистамин: туберомамиллярное ядро (tuberomammillary nucleus) (305). Дофамин: черная субстанция (substantia nigra) (306). О специфичности лекарственных препаратов, действующих на синапсы (308).	
Выводы . . . . .	308
Рекомендуемая литература . . . . .	309
Цитированная литература . . . . .	310



**Раздел III****Интегративные механизмы . . . . . 313****Глава 15. Клеточные механизмы интеграции и поведения у пиявок, муравьев и пчел . . . . . 313**

- § 1. От нейрона к поведению и обратно . . . . . 314
- § 2. Интеграция информации отдельными нейронами в ЦНС пиявки . . . . . 315  
Ганглии пиявки: полуавтономные единицы (315). Сенсорные клетки в ганглиях пиявки (317). Моторные клетки (320). Взаимодействие чувствительных и двигательных нейронов (320). Кратковременные изменения синаптической передачи (321). Мембранный потенциал, пресинаптическое ингибирование и освобождение медиатора (323). Повторная активность и блок проведения сигнала (324). Высшие уровни интеграции (325). Сенситизация и S интернейроны (325).
- § 3. Навигация у пчел и муравьев . . . . . 329  
Как пустынный муравей находит дорогу домой (330). Использование поляризованного света как компаса (331). Восприятие поляризованного света глазом муравья (332). Стратегии по поиску дороги к гнезду (334). Нервные механизмы навигации (334). Поляризованный свет и «скрученные» фоторецепторы пчел (twisted photoreceptors) (335). Использование магнитных полей пчелами в навигации (337).
- § 4. Зачем нужно изучать нервную систему беспозвоночных? . . . . . 338  
Выводы . . . . . 339  
Рекомендуемая литература . . . . . 339  
Цитированная литература . . . . . 339

**Глава 16. Вегетативная (автономная) нервная система . . . . . 342**

- § 1. Непроизвольно управляемые функции . . . . . 343  
Симпатическая и парасимпатическая нервная системы (343). Синаптическая передача в симпатических ганглиях (345). М-токи в вегетативных ганглиях (347).
- § 2. Синаптическая передача от постганглионарных аксонов . . . . . 348  
Пуринергическая передача (349). Сенсорные входы вегетативной нервной системы (350). Энтеральная нервная система (351). Регуляция вегетативных функций в гипоталамусе (353). Нейроны гипоталамуса, высвобождающие гормоны (354). Распределение и численность GnRH-секретирующих клеток (354). Циркадные ритмы (355).  
Выводы . . . . . 358  
Рекомендуемая литература . . . . . 358  
Цитированная литература . . . . . 359

**Глава 17. Трансдукция механических и химических стимулов . . . . . 361**

- § 1. Кодирование стимулов механорецепторами . . . . . 362

Короткие и длинные рецепторы (362). Кодирование параметров стимула рецепторами растяжения (364). Рецепторы растяжения речного рака (365). Мышечные веретена (366). Реакция на статическое и динамическое мышечное растяжение (367). Механизмы адаптации в механорецепторах (367). Адаптация в тельце Пачини (368).

- § 2. Трансдукция механических стимулов . . . . . 369  
Механочувствительные волосковые клетки уха позвоночных (370). Структура рецепторов волосковых клеток (371). Трансдукция через отклонение волоскового пучка (371). Концевые связи и воротные пружины (371). Каналы трансдукции в волосковых клетках (373). Адаптация волосковых клеток (373).
- § 3. Обоняние . . . . . 375  
Обонятельные рецепторы (375). Обонятельный ответ (376). Каналы обонятельных рецепторов, управляемые циклическими нуклеотидами (376). Сопряжение рецептора с ионными каналами (376). Специфичность одорантов (378).
- § 4. Механизмы вкуса . . . . . 378  
Вкусовые рецепторные клетки (378). Соленый и кислый вкус (379). Сладкий и горький вкус (380). Молекулярные рецепторы для глутамата и чили (380).
- § 5. Трансдукция ноцицептивных и температурных стимулов . . . . . 381  
Активация и сенситизация ноцицепторов (381).  
Выводы . . . . . 382  
Рекомендуемая литература . . . . . 383  
Цитированная литература . . . . . 383

**Глава 18. Обработка соматосенсорных и слуховых сигналов . . . . . 386**

- § 1. Соматосенсорная система: тактильное распознавание . . . . . 387  
Организация рецепторов тонкого прикосновения (387). Кодирование стимула (388). Центральные проводящие пути (389). Соматосенсорная кора (390). Свойства ответов корковых нейронов (391). Латеральное торможение (392). Параллельная обработка сенсорных модальностей (393). Вторичная и ассоциативная соматосенсорная кора (394). Болевые и температурные проводящие пути (395). Центральные пути боли (395).
- § 2. Слуховая система:  
кодирование частоты звука . . . . . 397  
Улитка (398). Частотная избирательность: механическая настройка (398). Эфферентное торможение улитки (400). Электрическая подвижность волосковых клеток улитки млекопитающих (402). Электрическая настройка волосковых клеток (402). Калиевые каналы волосковых клеток и их настройка (404). Слуховые проводящие пути (405). Слуховая кора (406). Локализация звука (409).  
Выводы . . . . . 410  
Рекомендуемая литература . . . . . 411  
Цитированная литература . . . . . 411



## Глава 19. Передача и кодирование сигнала в сетчатке глаза . . . . . 414

- § 1. Глаз . . . . . 415  
Анатомия проводящих путей зрительного анализатора (415). Конвергенция и дивергенция связей (416).
- § 2. Сетчатка . . . . . 416  
Слой сетчатки (416). Палочки и колбочки (417). Организация и морфология фоторецепторов (418). Электрические сигналы в ответ на свет в фоторецепторах позвоночных (419).
- § 3. Зрительные пигменты . . . . . 420  
Поглощение света зрительными пигментами (420). Строение родопсина (420). Колбочки и цветовое зрение (421). Цветовая слепота (423).
- § 4. Передача сигнала в фоторецепторах . . . . . 424  
Свойства каналов фоторецептора (425). Молекулярная структура цГМФ-управляемых каналов (425). Метаболический каскад циклического ГМФ (426). Рецепторы позвоночных, деполаризующиеся при действии света (426). Усиление сигнала в каскаде цГМФ (427). Сигналы в ответ на одиночные кванты света (427).
- § 5. Передача сигнала от фоторецепторов на биполярные клетки . . . . . 429  
Биполярные, горизонтальные и амакриновые клетки (429). Медиаторы в сетчатке (430). Концепция рецептивных полей (431). Ответы биполярных клеток (432). Структура рецептивных полей биполярных клеток (433). Горизонтальные клетки и ингибирование периферии (433). Значение структуры рецептивных полей биполярных клеток (435).
- § 6. Рецептивные поля ганглиозных клеток . . . . . 435  
Эфферентные сигналы сетчатки (435). Использование дискретных зрительных стимулов для определения рецептивных полей (436). Организация рецептивных полей ганглиозных клеток (436). Размеры рецептивных полей (438). Классификация ганглиозных клеток (438). Синаптические входы на ганглиозные клетки, определяющие организацию рецептивных полей (439). Что за информацию передают ганглиозные клетки? (439).
- Выводы . . . . . 440  
Рекомендуемая литература . . . . . 441  
Цитированная литература . . . . . 441

## Глава 20. Кодирование сигнала в латеральном колленчатом теле и первичной зрительной коре . . . . . 443

- § 1. Латеральное колленчатое тело . . . . . 444  
Карты зрительных полей в латеральном колленчатом теле (446). Функциональные слои ЛКТ (447).
- § 2. Цитоархитектоника зрительной коры . . . . . 448  
Входящие, исходящие пути и послойная организация коры (450). Разделение входящих волокон от ЛКТ в слое 4 (451).
- § 3. Стратегии изучения коры . . . . . 452

- Рецептивные поля коры (453). Ответы простых клеток (454). Синтез простого рецептивного поля (456). Ответы сложных клеток (457). Синтез сложного рецептивного поля (458). Рецептивные поля: единицы восприятия формы (459).
- Выводы . . . . . 463  
Рекомендуемая литература . . . . . 463  
Цитированная литература . . . . . 464

## Глава 21. Функциональная архитектура зрительной коры . . . . . 465

- § 1. Колонки с доминированием одного глаза и ориентационные колонки . . . . . 466  
Ориентационные колонки (467). Связь между колонками глазного доминирования и ориентационными колонками (469).
- § 2. Параллельная обработка информации о форме, движении и цвете . . . . . 469  
Крупноклеточные, мелкоклеточные и конио-клеточные «каналы» передачи информации (470). Цитохромоксидазные метки в виде «полос» и «пятен» (470). Проекция в зрительную зону 2 ( $V_2$ ) (470). Ассоциативные зоны зрительной коры (471). Детекция движения и зона МТ (472). Зона МТ и зрительное слежение (472). Цветовое зрение (473). Пути цветного зрения (474). Цветовое постоянство (475).
- § 3. Интеграция зрительной информации . . . . . 476  
Горизонтальные связи в пределах первичной зрительной коры (476). Рецептивные поля обоих глаз, конвергирующие на кортикальных нейронах (477). Связи, объединяющие правое и левое зрительные поля (478).
- § 4. Что дальше? . . . . . 480  
Регистрация работы клеток (480). Лица и буквы (480).
- Выводы . . . . . 482  
Рекомендуемая литература . . . . . 483  
Цитированная литература . . . . . 483

## Глава 22. Клеточные механизмы двигательного контроля . . . . . 486

- § 1. Двигательная единица . . . . . 488  
Синаптические входы на мотонейрон (488). Одиночные синаптические потенциалы мотонейронов (489). Принцип размера и градуальное сокращение (491).
- § 2. Спинальные рефлексы . . . . . 493  
Реципрокная иннервация (493). Сенсорная информация от мышечных рецепторов (494). Эфферентный контроль мышечных веретен (495). Сгибательные рефлексы (496).
- § 3. Генерация координированных движений . . . . . 496  
Генераторы центрального ритма (497). Локомоция (498). Взаимодействия сенсорной импульсации и центральных генераторов ритма (499). Дыхание (500).
- § 4. Организация двигательных путей . . . . . 503  
Организация спинальных мотонейронов (503). Супраспинальный контроль мотонейронов



	(503). Латеральные двигательные пути (503). Медиальные двигательные пути (504).		
§ 5.	Двигательная кора и выполнение произвольных движений . . . . .	505	
	Ассоциативная двигательная кора (506). Активность кортикальных нейронов (507). Активность корковых нейронов, связанная с направлением движения (508). Планирование движения (508).		
§ 6.	Мозжечок . . . . .	509	
	Мозжечковые связи (510). Клеточное строение коры мозжечка (511). Клеточная активность в ядрах мозжечка (512). Нарушения у пациентов с повреждениями мозжечка (513).		
§ 7.	Базальные ганглии . . . . .	514	
	Нейронные сети базальных ганглиев (515). Клеточная активность в базальных ганглиях (516). Болезни базальных ганглиев (516).		
	Выводы . . . . .	517	
	Рекомендуемая литература . . . . .	518	
	Цитированная литература . . . . .	519	
<b>Раздел IV</b>			
<b>Развитие нервной системы . . . . . 522</b>			
<b>Глава 23. Развитие нервной системы . . . . . 522</b>			
	Терминология (523). Генетические подходы к пониманию процесса развития (524).		
§ 1.	Развитие нервной системы в раннем периоде . . . . .	524	
	Образование предшественников нервных клеток и глии (527). Миграция нейронов в ЦНС (527). Белки адгезии внеклеточного матрикса и миграция клеток нервного гребня (527).		
§ 2.	Региональная спецификация нервной ткани . . . . .	528	
	Гомеостатические гены и сегментация (530). Хорда и базальная пластинка (531). Общая схема региональной дифференцировки (531).		
§ 3.	Происхождение нейронов и клеток глии . . . . .	532	
	Происхождение клеток и индукционные взаимодействия в простых нервных системах (532). Индукционные взаимодействия при развитии глаз дрозофилы (533). Происхождение клеток в ЦНС млекопитающих (535). Взаимосвязь между временем образования нейронов и судьбой клеток (536). Генетические аномалии строения коры у мышей линии <i>reeler</i> (538). Влияние локальных сигналов на корковую архитектуру (539). Гормональный контроль за развитием нервной системы (539). Стволовые нервные клетки (539). Контроль за фенотипом нейронов в ПНС (540). Выбор трансмиттера в ПНС (542).		
§ 4.	Рост аксона . . . . .	544	
	Конус роста, удлинение аксона и роль актина (544). Молекулы адгезии клетки и внеклеточного матрикса и рост аксона (545).		
§ 5.	Управление ростом аксона . . . . .	548	
	Навигация аксона, зависящая и не зависящая от клетки-мишени (548). Навигация по клеткам-ориентирам ( <i>guidepost cells</i> ) (549). Синаптические взаимодействия с клетками-ориентирами (549). Механизмы управления аксоном (549). Навигация конусов роста в спинном мозге (550). Семейство хемореппеллентов семафорины (553). Модуляция ответов на хемореппелленты и хемоаттрактанты (554).		
§ 6.	Иннервация клетки-мишени . . . . .	554	
§ 7.	Образование синапсов . . . . .	556	
	Накопление рецепторов к ацетилхолину (556). Вызванная агрином синаптическая дифференцировка (557). Образование синапсов в ЦНС (560).		
§ 8.	Факторы роста и выживание нейронов . . . . .	561	
	Фактор роста нерва ( <i>nerve growth factor</i> ) (561). Захват и ретроградный транспорт ФРН (561). Факторы роста семейства нейротрофинов (562). Нейротрофины в ЦНС (563). Рецепторы к нейротрофинам (563).		
§ 9.	Конкурентные взаимодействия во время развития . . . . .	564	
	Гибель нейронов (564). Уменьшение числа связей и исчезновение полинейрональной иннервации (566). Активность нервов и исчезновение синапсов (567). Нейротрофины и уменьшение количества связей (568).		
§ 10.	Общие размышления о нейронной специфичности . . . . .	569	
	Выводы . . . . .	569	
	Рекомендуемая литература . . . . .	570	
	Цитированная литература . . . . .	572	
<b>Глава 24. Денервация и регенерация синаптических связей . . . . . 576</b>			
§ 1.	Изменения в аксотомированных нейронах и окружающих глиальных клетках . . . . .	577	
	Валлеровская дегенерация (577). Ретроградные транссинаптические эффекты аксотомии (577). Трофические субстанции и эффекты аксотомии (578).		
§ 2.	Эффекты денервации на постсинаптические клетки . . . . .	579	
	Денервированная мышечная мембрана (579). Появление новых АХ рецепторов после денервации или длительной инактивации мышцы (580). Синтез и деградация рецепторов в денервированной мышце (581). Роль инактивации мышцы в денервационной гиперчувствительности (581). Роль ионов кальция в развитии гиперчувствительности в денервированной мышце (582). Нервные факторы регуляции синтеза АХ рецептора (583). Распределение рецепторов в нервных клетках после денервации (585). Восприимчивость нормальной и денервированной мышцы к новой иннервации (586). Гиперчувствительность и формирование синапса (587). Аксональный рост, индуцированный денервацией (587).		
§ 3.	Регенерация периферической нервной системы позвоночных . . . . .	587	
	Восстановление поврежденных аксонов (587). Специфичность реиннервации (589). Свойства нерва и мышцы после образования синапса чужим нервом (591).		



§ 4. Роль базальной мембраны в регенерации нервно-мышечных синапсов . . . . .	592	§ 5. Критические периоды развития слуховой системы . . . . .	626
Синаптическая базальная мембрана и формирование синаптической специализации (592). Идентификация агрина (592).		Слуховой и зрительный опыт у новорожденных амбарных сов (627). Результат обогащенного сенсорного опыта, приобретенного в ранний период жизни (630).	
§ 5. Регенерация в ЦНС млекопитающих . . . . .	594	§ 6. Критические периоды для развития высших функций . . . . .	631
Роль глиальных клеток в регенерации ЦНС (595). Мосты из шванновских клеток и регенерация (596). Формирование синапсов при регенерации аксонов в ЦНС млекопитающих (597). Регенерация в незрелой ЦНС млекопитающих (598). Нейрональные трансплантаты (599).		В чем же биологическое значение критических периодов? (631).	
Выводы . . . . .	601	Выводы . . . . .	632
Рекомендуемая литература . . . . .	602	Рекомендуемая литература . . . . .	632
Цитированная литература . . . . .	603	Цитированная литература . . . . .	633
<b>Глава 25. Критические периоды развития зрительной и слуховой систем . . . . .</b>	<b>606</b>	<b>Раздел V</b>	
§ 1. Зрительная система у новорожденных обезьян и котят . . . . .	607	<b>Выводы . . . . .</b>	<b>635</b>
Рецептивные поля и свойства кортикальных клеток новорожденных животных (607). Глазодоминантные колонки у новорожденных обезьян и котят (608). Формирование глазодоминантных колонок (610). Развитие строения коры в эмбрионе (611). Генетические факторы в развитии зрительных сетей (611).		<b>Глава 26. Нерешенные вопросы . . . . .</b>	<b>635</b>
§ 2. Последствия аномального сенсорного опыта в ранние периоды жизни . . . . .	612	Клеточные и молекулярные исследования нейрональных функций (636). Функциональное значение межклеточного перемещения веществ (636). Развитие и регенерация (636). Генетические подходы оценки функций нервной системы (637). Сенсорная и моторная интеграция (637). Ритмичность (638). Вклад клинической неврологии в изучение мозга (638). Вклад фундаментальной нейронауки в неврологию (639). Степень прогресса (640).	
Развитие слепоты после закрытия век (612). Ответы кортикальных клеток после монокулярной депривации (613). Относительная значимость диффузного света и формы объектов для поддержания в норме ответов кортикальных клеток (613). Морфологические изменения в ЛКТ после зрительной депривации (613). Морфологические изменения в коре после зрительной депривации (614). Критический период чувствительности к закрытию век (614). Восстановление во время критического периода (615).		Заключение . . . . .	640
§ 3. Необходимые условия для поддержания функционирования нервных связей в зрительной системе . . . . .	618	Рекомендуемая литература . . . . .	640
Бинокулярная депривация и роль конкуренции (618). Эффекты страбизма (косоглазия) (619). Изменения в ориентационном предпочтении (620). Критические периоды в развитии зрительной системы человека и их клиническое значение (621).		Цитированная литература . . . . .	641
§ 4. Клеточные и молекулярные механизмы депривационных изменений . . . . .	623	<b>Приложение А. Электрический ток в цепи . . . . .</b>	<b>642</b>
Влияние импульсной активности на строение коры (623). Синхронизованная спонтанная активность при отсутствии стимуляции во время развития (624). Клеточные механизмы пластичности соединений (625). Роль трофических веществ в поддержании нейронных связей (625). Разделение сигналов без их конкуренции (626).		Термины и единицы измерения при описании электрического тока (642). Закон Ома и электрическое сопротивление (643). Применение закона Ома при расчетах (цепей) (644). Применение анализа цепи к модели мембраны (645). Электрическая емкость и постоянная времени (645).	
		<b>Приложение В. Метаболические пути синтеза и инактивации низкомолекулярных медиаторов . . . . .</b>	<b>649</b>
		<b>Приложение С. Структуры и пути мозга . . . . .</b>	<b>656</b>
		<b>Словарь терминов . . . . .</b>	<b>664</b>
		<b>Часто встречаемые сокращения . . . . .</b>	<b>668</b>
		<b>Указатель определений основных терминов . . . . .</b>	<b>669</b>