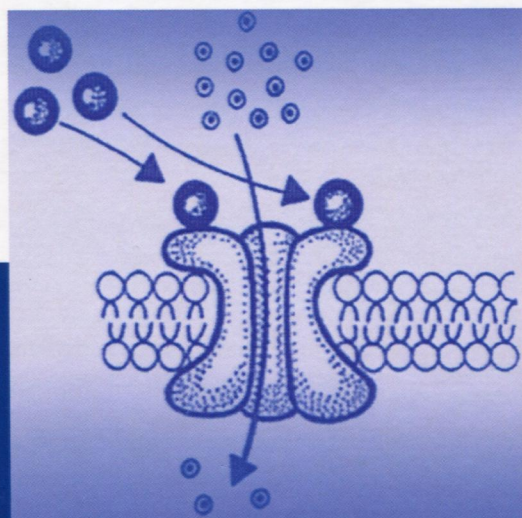


ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

# ФИЗИОЛОГИЯ ЭКСТЕРОСЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Клеточные и молекулярные механизмы



Н. П. Алексеев



E.LANBOOK.COM

**Н. П. АЛЕКСЕЕВ**

**ФИЗИОЛОГИЯ  
ЭКСТЕРОСЕНСОРНЫХ  
СИСТЕМ.  
КЛЕТОЧНЫЕ  
И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ  
МЕХАНИЗМЫ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**



**ЛАНЬ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР**

**2024**

УДК 611.8  
ББК 28.706я73

**А 47**      **Алексеев Н. П.** Физиология экстеросенсорных систем. Клеточные и молекулярные механизмы : учебное пособие для вузов / Н. П. Алексеев. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 284 с. : ил. — Текст : непосредственный.

**ISBN 978-5-507-48169-9**

В учебном пособии представлены материалы о функционировании экстеросенсорных систем позвоночных животных и человека на клеточном и молекулярном уровнях. Кратко описана история развития исследований экстеросенсорных систем, в том числе психофизических обследований. Изложены сведения о морфофункциональных характеристиках сенсорных рецепторов экстеросенсорных систем. Представлены данные о проводящих путях сенсорной информации, её обработке в структурах центральной нервной системы.

УДК 611.8  
ББК 28.706я73

**Обложка**  
*Ю. В. ГРИГОРЬЕВА*

© Издательство «Лань», 2024  
© Н. П. Алексеев, 2024  
© Издательство «Лань», художественное оформление, 2024

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	3
<b>ГЛАВА 1. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ</b> .....	5
Контрольные вопросы .....	11
<b>ГЛАВА 2. ЭЛЕКТРОГЕНЕЗ В КЛЕТКАХ ЖИВОТНЫХ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ</b> .....	12
2.1. Пассивный ионный транспорт .....	12
2.2. Активный ионный транспорт.....	20
2.3. Ионные каналы .....	22
2.3.1. Структура ионных каналов.....	23
2.3.2. Электрическая активность ионных каналов .....	28
2.4. Интегральная электрическая активность ионных каналов .....	33
2.4.1. Интегральная электрическая активность ионных каналов сенсорной области .....	33
2.4.2. Интегральная электрическая активность области участка клеточной мембраны, содержащей потенциал-зависимые ионные каналы .....	35
2.4.3. Интегральная электрическая активность ионных каналов синаптической области клетки.....	36
Контрольные вопросы .....	43
<b>ГЛАВА 3. ОБЩИЕ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭКСТЕРОСЕНСОРНЫХ СИСТЕМ</b> .....	44
3.1. Передача информации в сенсорных системах .....	44
3.1.1. Общие вспомогательные структуры сенсорных рецепторов .....	44
3.1.2. Экстеросенсорные системы человека и животных .....	48
Контрольные вопросы .....	51
<b>ГЛАВА 4. ЗРИТЕЛЬНАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА</b> .....	52
4.1. Общие вспомогательные структуры .....	52
4.1.1. Камерные глаза .....	52
4.1.2. Фасеточные глаза.....	55
4.2. Фоторецепторы.....	57
4.2.1. Фоторецепторы фасеточных глаз .....	58
4.2.1.1. Интегральные электрические ответы фасеточных глаз.....	59
4.2.1.2. Электрические ответы отдельных каналов фасеточных фоторецепторов, активируемых светом .....	61
4.2.2. Фоторецепторы камерных глаз .....	64
4.2.2.1. Интегральные электрические ответы фоторецепторов камерных глаз: палочек и колбочек.....	66
4.3. Обработка информации в зрительной сенсорной системе .....	69
4.3.1. Обработка информации в омматидиях фасеточных глаз. Латеральное торможение.....	69
4.3.1.1. Обработка информации в центральных структурах зрительной системы беспозвоночных .....	71
4.3.2. Обработка информации в фоторецепторах камерных глаз .....	72
4.3.2.1. Электрические явления в клетках сетчатки при действии светового стимула. Латеральное торможение .....	72
4.3.2.2. Концепция рецептивных полей.....	75
4.3.3. Обработка информации в центральных структурах зрительной системы позвоночных.....	77

4.3.3.1. Обработка информации в центральных структурах зрительной системы млекопитающих .....	78
Контрольные вопросы .....	90
<b>ГЛАВА 5. МЕХАНОСЕНСОРНАЯ СИСТЕМА .....</b>	<b>92</b>
5.1. Морфологические характеристики механорецепторов, образованных разветвлениями нервных волокон — свободные нервные окончания .....	92
5.2. Морфологические характеристики инкапсулированных механорецепторов .....	96
5.3. Характеристика электрической активности инкапсулированных механорецепторов .....	107
5.3.1. Тельце Пачини. Действие адекватного раздражения .....	109
5.3.2. Piezo механоактивируемые каналы .....	112
5.3.3. Интегральная электрическая реакция телец Пачини на адекватное раздражение .....	115
5.3.4. Ионные механизмы генерации РП телец Пачини .....	121
5.3.5. Электрические ответы телец Пачини на механические стимулы, изменяющиеся по площади, амплитуде и частоте .....	123
5.3.6. Регуляция функционирования телец Пачини .....	127
5.3.7. Роль телец Пачини в функционировании структур организма .....	127
5.3.8. Функциональные характеристики телец Мейснера .....	129
5.3.9. Функциональные характеристики телец Руффини .....	131
5.3.10. Функциональные характеристики телец Меркеля .....	133
5.3.11. Функциональные характеристики механорецепторов, образованных разветвлениями нервных волокон — свободных нервных окончаний .....	135
5.4. Афферентные проводящие пути механорецепторов в структурах мозга .....	136
5.4.1. Пластичность соматосенсорной коры .....	141
Контрольные вопросы .....	142
<b>ГЛАВА 6. КИНЕСТЕТИЧЕСКАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА .....</b>	<b>143</b>
6.1. Морфологические характеристики механорецепторов кинестетической сенсорной системы. Механорецепторы мышц и сухожилий .....	143
6.1.1. Мышечные веретена .....	143
6.1.1.1. Морфологические характеристики .....	143
6.1.1.2. Действие адекватного раздражения на мышечные веретена .....	148
6.1.1.3. Характеристика электрических ответов мышечных веретен при их адекватном раздражении. Адаптация электрической активности мышечных веретен .....	150
6.1.1.4. Ионные механизмы генерации РП мышечных веретен .....	157
6.1.1.5. Зависимость параметров РП мышечных веретен от характеристик механического растяжения .....	162
6.1.2. Сухожильные рецепторы Гольджи .....	164
6.1.3. Свободные нервные окончания .....	168
6.1.4. Механорецепторы суставов .....	169
6.2. Афферентные проводящие пути рецепторов кинестетической сенсорной системы в структурах мозга .....	169
Контрольные вопросы .....	171
<b>ГЛАВА 7. СЛУХОВАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА .....</b>	<b>172</b>
7.1. Базовые сведения по акустике .....	172
7.2. Структура и механизмы функционирования периферического отдела слуховой системы .....	175

7.2.1. Общая вспомогательная структура слуховой сенсорной системы.....	175
7.2.2. Рецепторы слуховой сенсорной системы.	
Механизмы восприятия акустического стимула.....	183
7.2.2.1. Электрическая активность рецепторов слуховой системы.....	187
<b>7.3. Структура и центральные механизмы функционирования</b>	
<b>слуховой сенсорной системы.....</b>	<b>193</b>
7.3.1. Нейроанатомическое строение и нервные пути слуховой сенсорной системы.....	193
7.3.2. Центральные механизмы функционирования слуховой сенсорной системы.....	201
7.3.2.1. Функциональные характеристики нейронов слуховой коры.....	201
7.3.2.2. Нейрональные механизмы локализации звука в пространстве.....	206
Контрольные вопросы.....	210
<b>ГЛАВА 8. ВЕСТИБУЛЯРНАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА.....</b>	<b>211</b>
<b>8.1. Структура и механизмы функционирования</b>	
<b>периферического отдела вестибулярной сенсорной системы.....</b>	<b>211</b>
8.1.1. Общая вспомогательная структура вестибулярной сенсорной системы.....	211
8.2.2. Структура и функционирование утрикулуса и саккулуса.....	212
8.2.3. Структура и функционирование полукружных каналов.....	216
8.2.4. Структура и функционирование вестибулярных рецепторов.....	218
<b>8.2. Структура и центральные механизмы функционирования</b>	
<b>вестибулярной сенсорной системы.....</b>	<b>222</b>
Контрольные вопросы.....	225
<b>ГЛАВА 9. ВКУСОВАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА.....</b>	<b>226</b>
<b>9.1. Структура и механизмы функционирования периферического</b>	
<b>отдела вкусовой сенсорной системы.....</b>	<b>227</b>
9.1.1. Общая вспомогательная структура вкусовой сенсорной системы.....	227
9.1.2. Структура вкусовых сосочков и вкусовых почек.....	227
9.1.3. Механизмы рецепции вкусовых стимулов рецепторными клетками	
вкусовых почек.....	232
9.2. Иннервация вкусовых почек.....	236
9.3. Афферентные нервные пути и представительство вкусовой	
сенсорной системы в структурах головного мозга.....	237
Контрольные вопросы.....	243
<b>ГЛАВА 10. ОБОНЯТЕЛЬНАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА.....</b>	<b>245</b>
<b>10.1. Структура и механизмы функционирования периферического</b>	
<b>отдела обонятельной сенсорной системы.....</b>	<b>246</b>
10.1.1. Общая вспомогательная структура обонятельной сенсорной системы.....	246
10.1.2. Структура обонятельной выстилки.....	247
10.1.3. Механизмы рецепции обонятельных стимулов	
рецепторными клетками обонятельного эпителия.....	250
10.2. Центральное представительство обонятельной сенсорной системы....	252
10.2.1. Структура обонятельной луковицы.....	252
10.3. Вомероназальный обонятельный орган позвоночных.....	256
Контрольные вопросы.....	257
<b>ГЛАВА 11. ХОЛОДОВАЯ И ТЕПЛОВАЯ СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ ....</b>	<b>258</b>
<b>11.1. Общие вспомогательные структуры тепловой</b>	
<b>и холодовой сенсорных систем.....</b>	<b>259</b>
11.2. Морфофизиологические характеристики холодовых рецепторов.....	259
11.3. Морфофизиологические характеристики тепловых рецепторов.....	262

11.4. Природа механизмов температурной сенсорной рецепции.....	264
11.5. Проводящие афферентные пути и центральное представительство холодовой и тепловой сенсорных систем.....	265
Контрольные вопросы .....	266
<b>ГЛАВА 12. БОЛЕВАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА .....</b>	<b>267</b>
12.1. Теории болевой чувствительности.....	267
12.2. Общие вспомогательные структуры болевой сенсорной системы.....	269
12.3. Рецепторное звено болевой сенсорной системы .....	270
12.3.1. Морфологические характеристики.....	270
12.3.2. Функциональные характеристики кожных болевых рецепторов.....	272
12.4. Природа механизмов болевой сенсорной рецепции.....	273
12.5. Проводящие афферентные пути и центральное представительство болевой сенсорной системы.....	275
Контрольные вопросы .....	276
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>277</b>
<b>РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>278</b>