

ОСНОВЫ АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ

ЛЕКЦИЯ 21

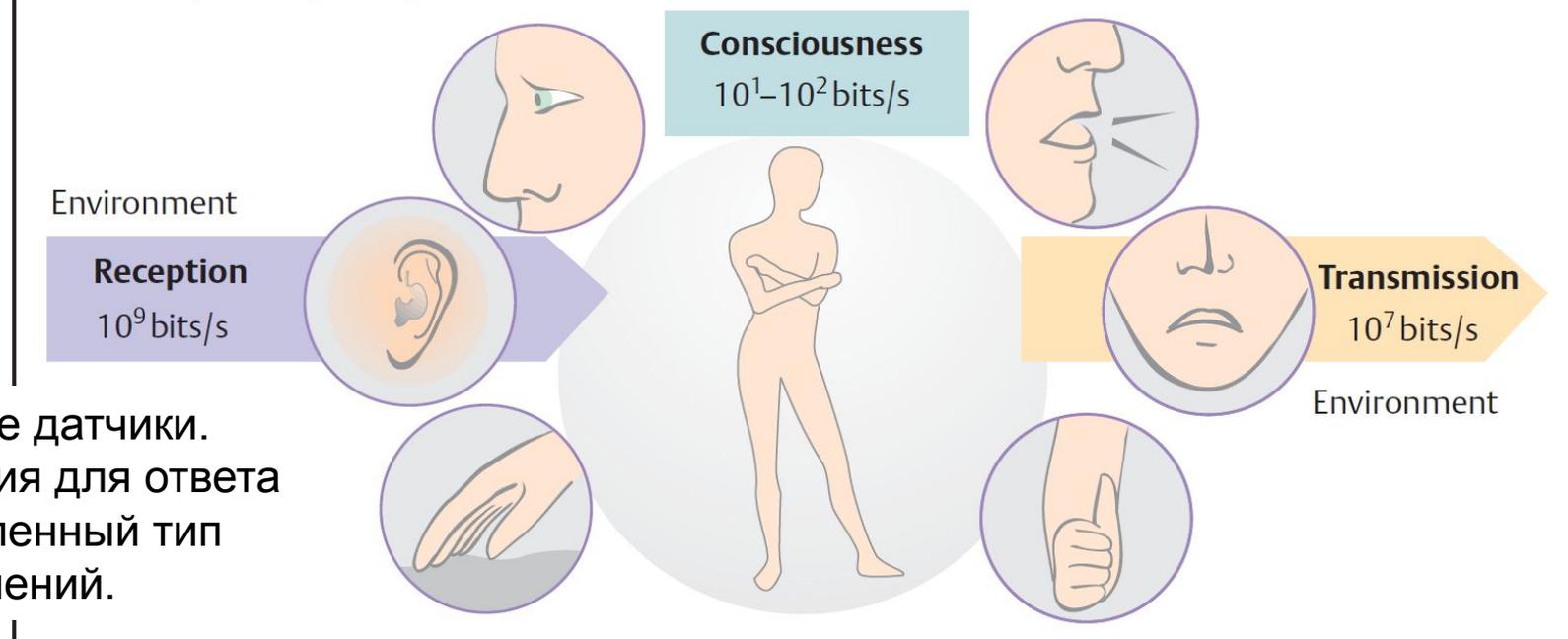
- **Сенсорные системы – общие понятия**
 - **Классификация чувств.**
 - **Принципы работы сенсорной рецепции в анализаторах.**
 - **Адаптация и ее виды.**
 - **Общие принципы строения анализаторов.**

Гайдуков Александр Евгеньевич
МФТИ 2017

Классификация чувств... по адекватным стимулам

Для выживания ⇄ максимальная информация о происходящем внутри и вовне

A. Reception, perception and transmission of information



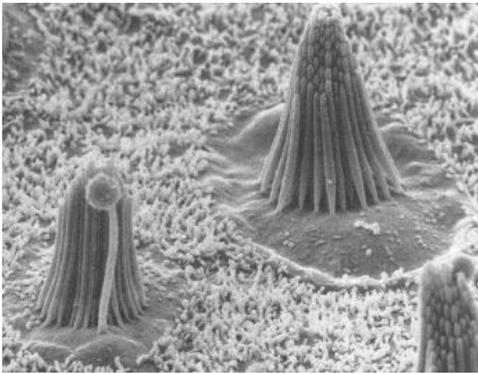
Сенсорные датчики.
Специализация для ответа
на определенный тип
изменений.

Чрезвычайная чувствительность к специфическому типу стимула → достижение физического предела.

АДЕКВАТНЫЙ СТИМУЛ – тип стимула, на который настроен специфический рецептор

Адекватный стимул для данного органа – тип раздражения, вызывающий оптимальный ответ с наименьшим порогом.

Во многих случаях адекватность стимула определяется не только свойствами рецепторных клеток, но и макроструктурой органа.

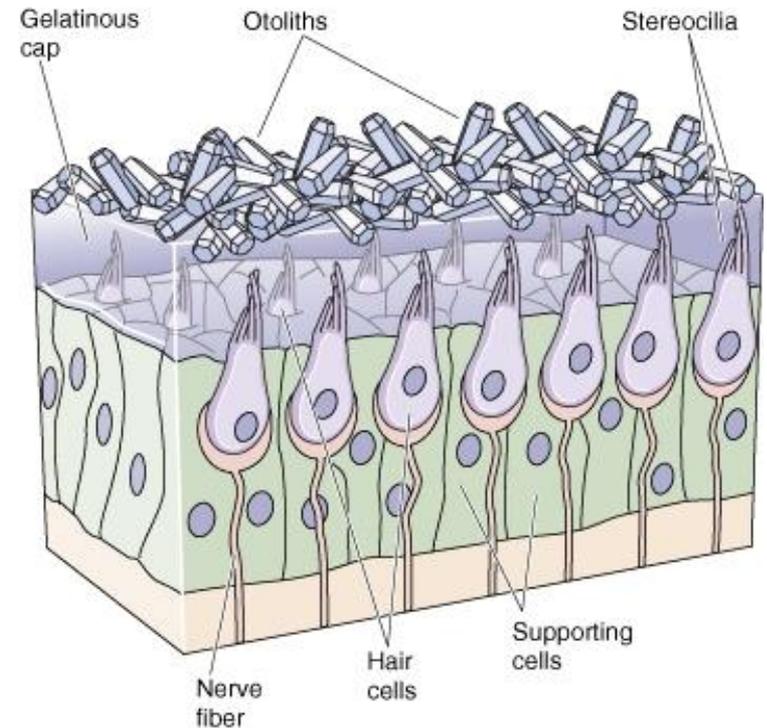
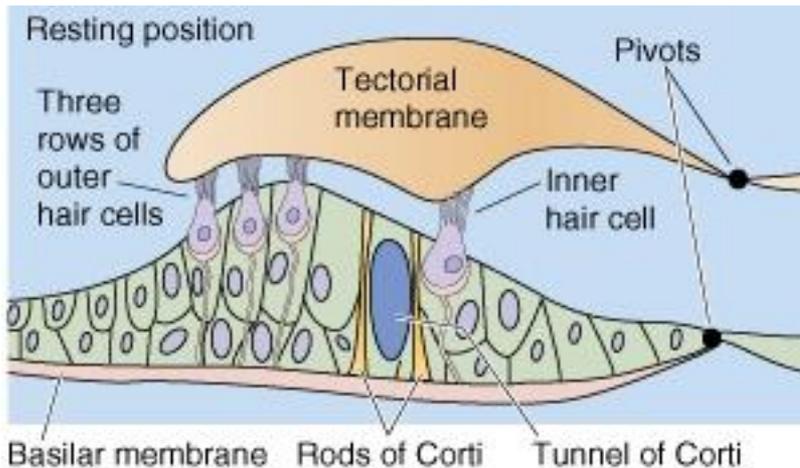
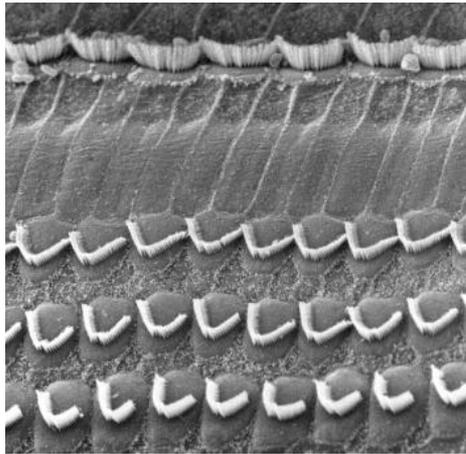


!!! Волосковые клетки – рецепторы в органе слуха и вестибулярном органе

Сами клетки – практически одинаковы (одинаковое происхождение)

Строение самих органов определяет адекватность стимулов:

**Звуковые волны 20 Гц – 20 кГц – для ВК органа слуха
 Действие вектора силы тяжести – для ВК вестибулярного аппарата**



Классификация чувств... по адекватным стимулам

Группировки основных изменений в окружающей среде:

- Механические
- Химические
- Электромагнитные
- Термические

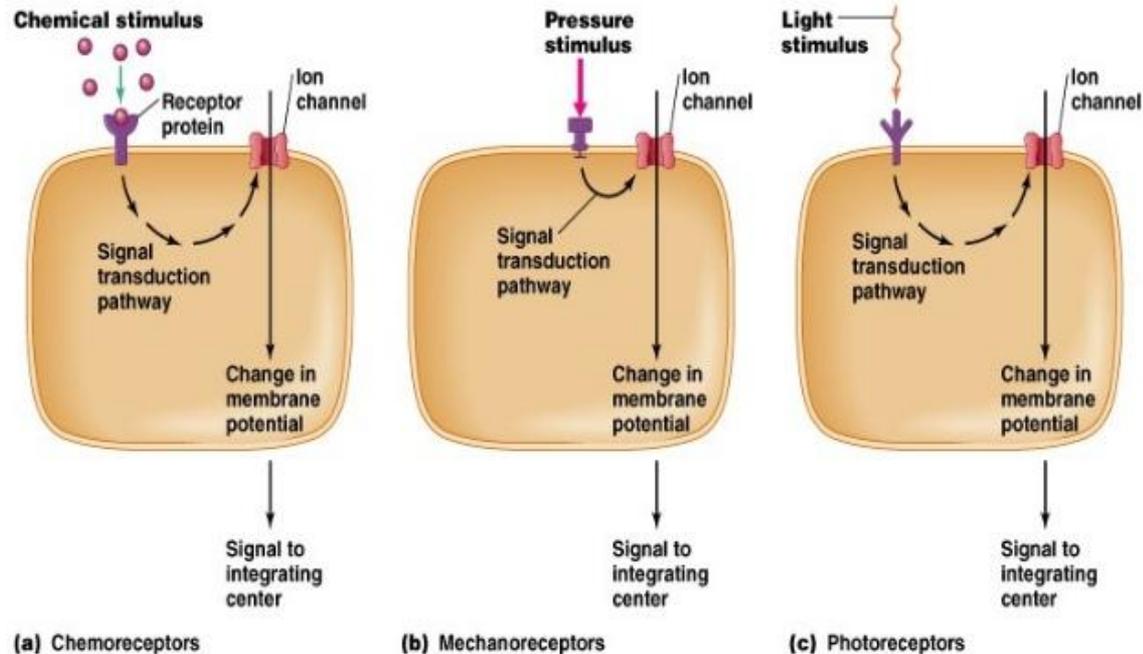


Основные сенсорные системы

- хеморецептивная
- механорецептивная
- фоторецептивная
- Терморецепторы (за исключением зачатков у змей) – не развили сложного чувствительного органа)

+ электро- и магниторецепторы

Sensory Receptors



Классификация чувств... по внешней или внутренней

локализации

2 альтернативных классификации сенсорных рецепторов:

1. **В соответствии с типом энергии**, к которой они наиболее чувствительны

2. **по направлению чувствительных структур:**

внутри (интерорецепторы)

вовне (экстерорецепторы)

контроль внутренней среды организма

контроль внешней среды

Фоторецепторы – исключительно экстерорецепторы, остальные три сенсорные модальности – связаны как с интеро- так и экстерорецепторами.

Интерорецепторы – не развиты так впечатляюще, как экстеро- ... Но!

они важны, особенно для млекопитающих и птиц – контроль параметров внутренней среды необходим для осуществления гомеостаза.



Разнообразие и классификация рецепторов

В зависимости от природы адекватного стимула (вида адекватных раздражителей) :

- - механорецепторы (реакция ← деформация клеточной мембраны),
- терморецепторы,
- хеморецепторы (реакция ← химические соединения),
- болевые рецепторы (ноцицепторы),
- фоторецепторы (электромагнитные рецепторы) (реакция ← кванты света + длина волны);
- +
- электрорецепторы (чувствительные к электрическим полям – у некоторых рыб)
- магниторецепторы (у прокариот)

По локализации в организме, а также с учетом вида сигнала из внешней или внутренней среды:

1. экстерорецепторы – регистрируют воздействия из внешней среды
 - дистантные (зрительные, слуховые)
 - контактные (температурные, тактильные, болевые)
2. интерорецепторы – регистрируют параметры работы внутренних органов, состав крови и т.п. (барорецепторы, хеморецепторы, осморецепторы и др., а также болевые рецепторы)
3. проприорецепторы – регистрируют параметры нагрузки, приходящейся на мышцы и сухожилия (мышечные веретена, сухожильные органы Гольджи)

Сенсорные органы (органы чувств) ⇐ **сенсорные рецепторы**

ТРАНСДУКЦИЯ:

стимул (определенная форма энергии раздражителя)

⇓

сигнал (нервный код - универсален для нервной системы – код ПД)

Стимулы – раздражители разнообразной природы

Сигналы – основа информационных процессов (индуцируются стимулами)

Рецепторы (неоднозначность понятия):

1. **Сенсорный рецептор** – клеточное образование (одна или несколько клеток, или часть клетки)
2. **Молекулярный рецептор** – интегральный белок клеточной мембраны: взаимодействие с другими молекулами / реакция на физические воздействия

Специфичность сенсорных рецепторов → ответ в физиологических условиях – на адекватный стимул (но! – есть полимодальные рецепторы)

Адекватность стимула определяется не только свойствами рецепторов, но и структурной организацией сенсорного органа ← среда для функционирования рецепторов

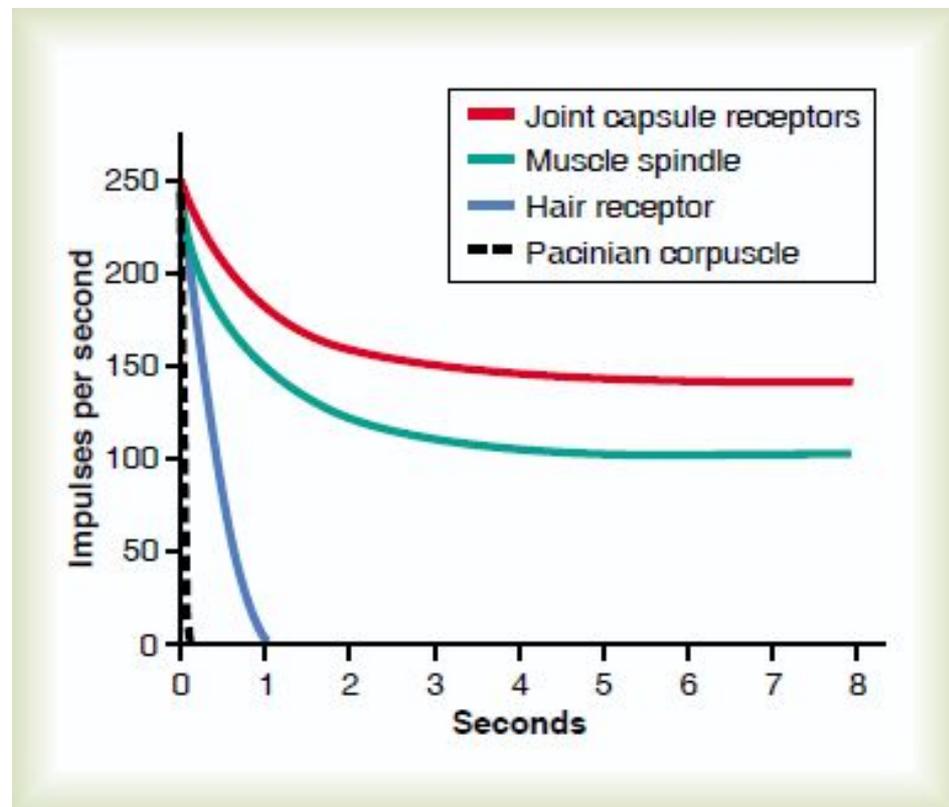
Разнообразие и классификация рецепторов

По уровню чувствительности (порогу стимула):

- низкопороговые (пример – механорецепторы, палочки),
- высокопороговые (пример - ноцицепторы)

По скорости адаптации :

- быстроадаптирующиеся (пример – тактильные),
- медленноадаптирующиеся (пример - ноцицепторы)
- практически неадаптирующиеся (пример – вестибулярные ВК и проприорецепторы)



Разнообразие и классификация рецепторов

Различное происхождение (в фило- и онтогенезе):

- 1. окончания периферических нервных волокон (окончания периферических отростков сенсорных нейронов)**, которые по своему происхождению принадлежат периферической нервной системе

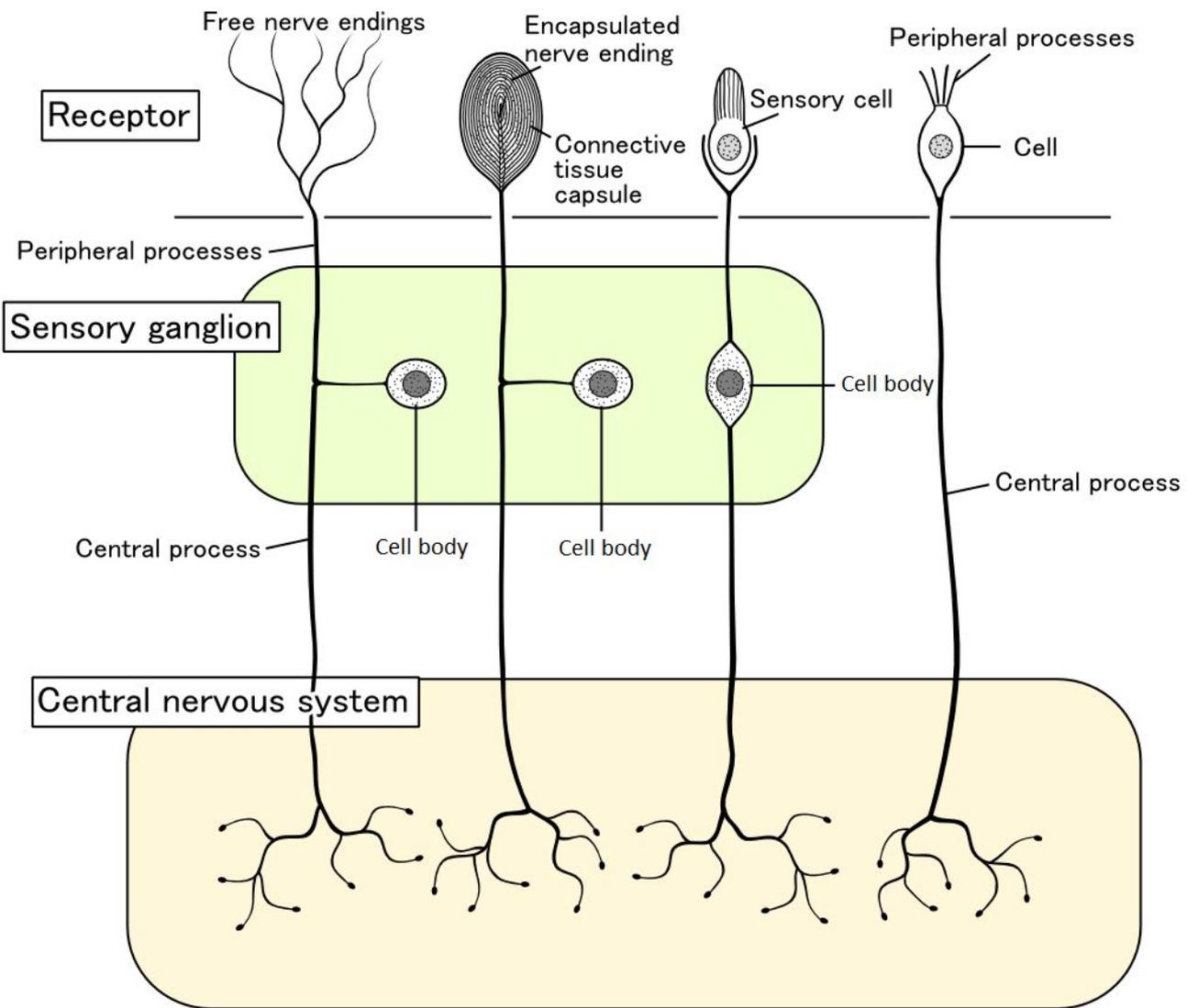
свободные нервные окончания
(болевые и температурные рецепторы)

нервные окончания, функционирующие в контакте с какими-либо образованиями, выполняющими преимущественно механическую функцию – усиливают реакцию на адекватный стимул, но не участвуют в самой трансдукции
(мышечные веретена, органы Гольджи, тельца Паччини и др.)
- 2. специализированные сенсорные клетки, не являющиеся нейронами**
волосковые клетки в улитке (эпителиальное происхождение)
- 3. сенсорные клетки, по своему происхождению принадлежащие центральной нервной системе (специализированные нейроны)**
палочки и колбочки сетчатки глаза
клетки в обонятельном эпителии

Виды рецепции:

соматическая(периферическая)

функционирует с участием псевдоуниполярных периферических сенсорных нейронов спинальных ганглиев и ганглиев черепно-мозговых нервов



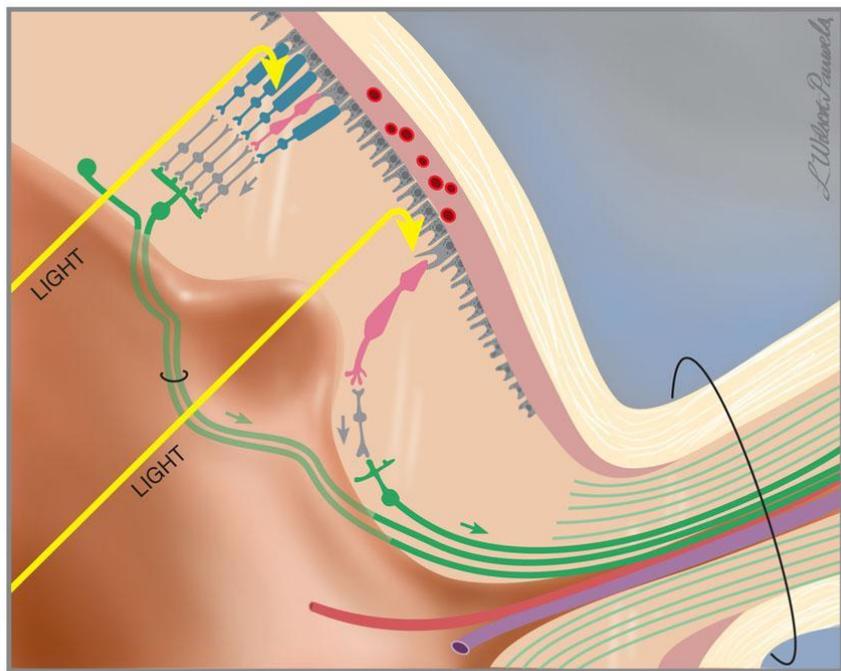
соматосенсорная (тактильная, проприоцептивная, болевая), слуховая, вестибулярная, электрорецепция и рецепция боковой линии рыб, вкусовая

Виды рецепции:

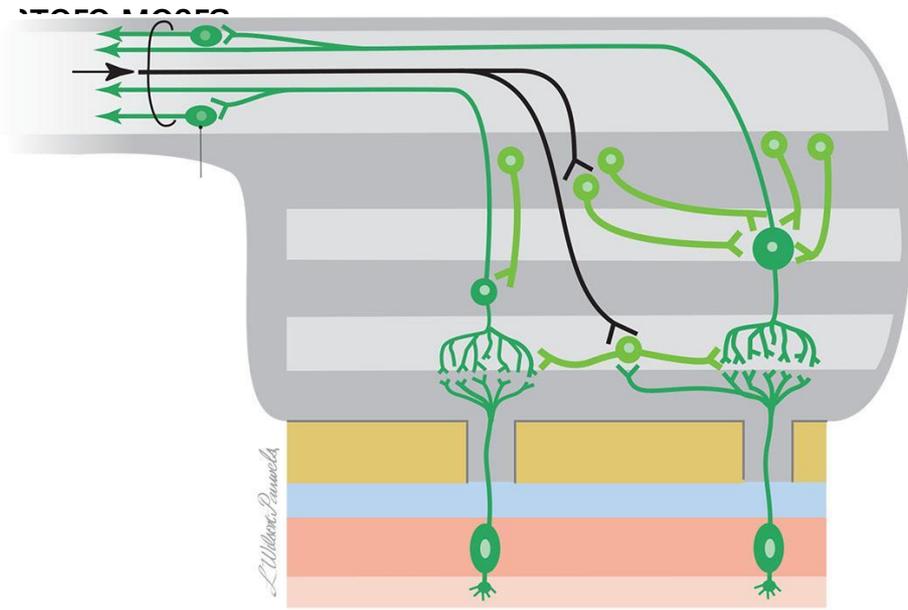
центральная

(рецепцию выполняют видоизмененные нейроны центрального происхождения)

зрительная, обонятельная (не только рецепция, но и первичная обработка сигнала)



From Cranial Nerves 3rd Ed. ©2010 Wilson-Pauwels, Stewart, Akesson, Spacey, PMPH-USA



From Cranial Nerves 3rd Ed. ©2010 Wilson-Pauwels, Stewart, Akesson, Spacey, PMPH-USA

Разнообразие и классификация рецепторов

В зависимости от морфофункциональной организации:

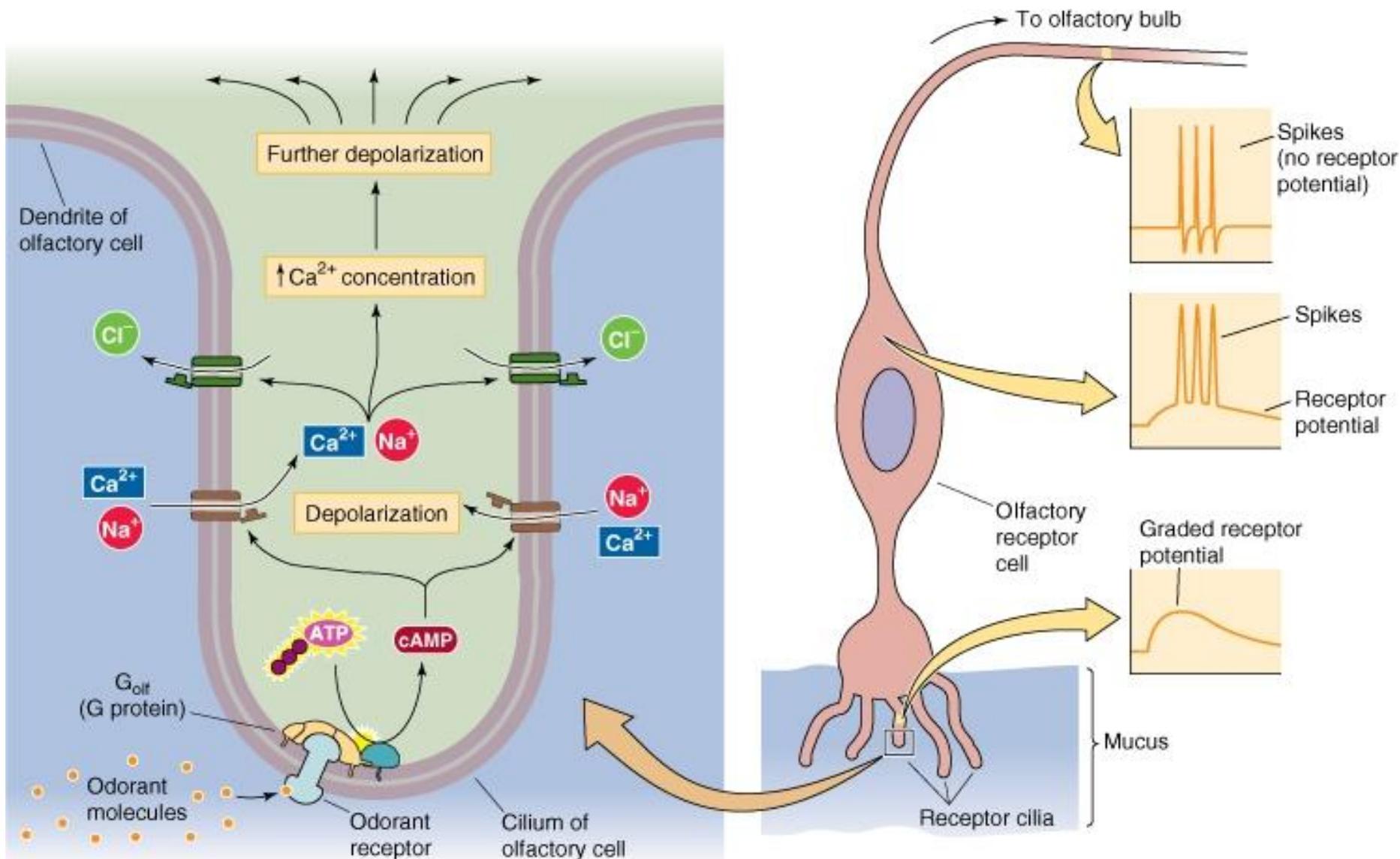
Первично-чувствующие (первичные) рецепторы преобразуют энергию стимула в последовательность потенциалов действия (**нервный код**) непосредственно на сенсорной мембране (иногда при участии каких-либо вспомогательных структур).

Первично-чувствующие рецепторы: отросток (дендрит) сенсорного нейрона либо его тело.

В этом случае проводящий нерв образован аксонами сенсорных нейронов:

- обонятельная система
- системы болевой, кожной и мышечной чувствительности
- Многие рецепторы системы внутренней чувствительности

Первично-чувствующие (первичные) рецепторы преобразуют энергию стимула в последовательность ПД (нервный код) непосредственно на своей мембране (иногда при участии каких-либо вспомогательных структур)



Разнообразие и классификация рецепторов

В зависимости от морфофункциональной организации:

Вторично-чувствующие (вторичные) рецепторы - специализированные клетки (не нервные, в основном – эпителиального происхождения) - преобразуют энергию стимула в рецепторный потенциал (ПД не генерируются!).

Далее – передача информации к нейрону через синапс

Нерв образован отростками особых проводящих нейронов – синапс на рецепторной клетке (пресинапс – рецепторная клетка, постсинапс – окончание афферентного нейрона)

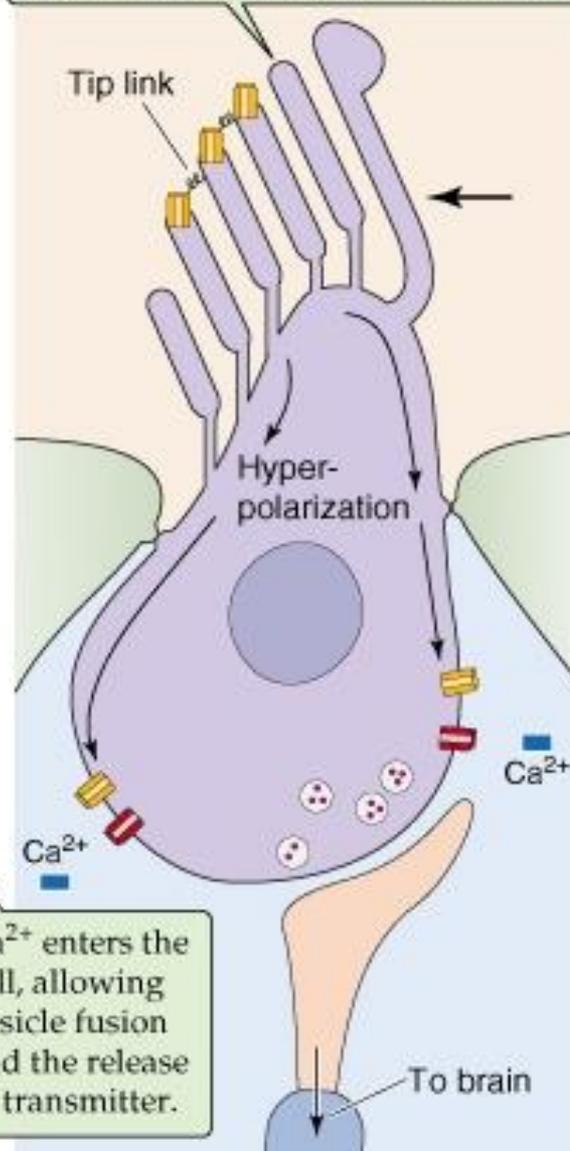
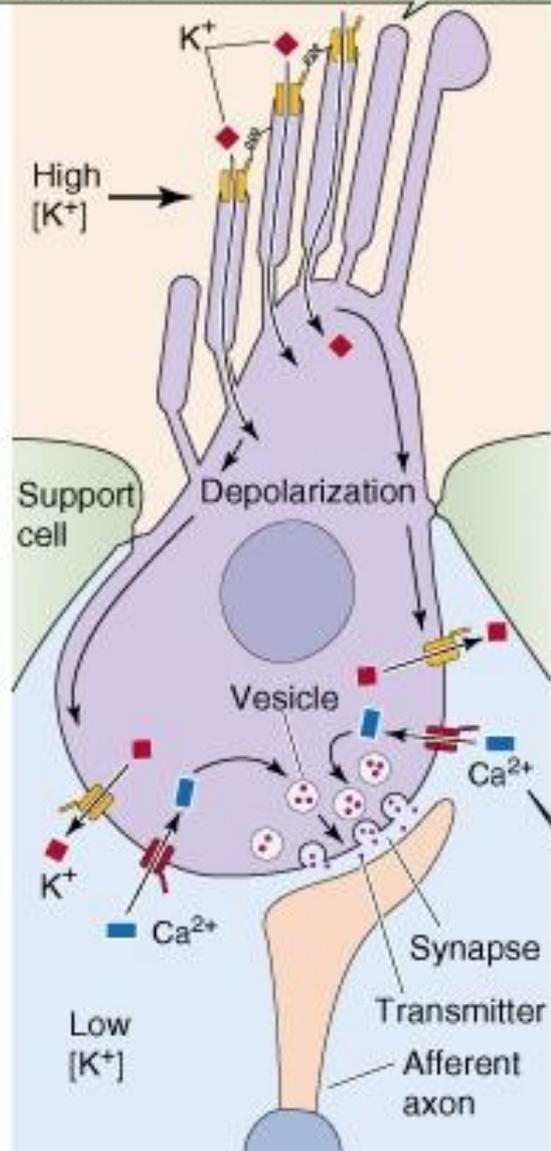
- слуховая и вестибулярная системы
- вкусовая система
- зрительная система (рецепторные клетки – неэпителиального происхождения)

B POSITIVE MECHANICAL DEFORMATION

C NEGATIVE MECHANICAL DEFORMATION

Mechanical deformation toward the kinocilium opens K^+ channels in the stereocilia.

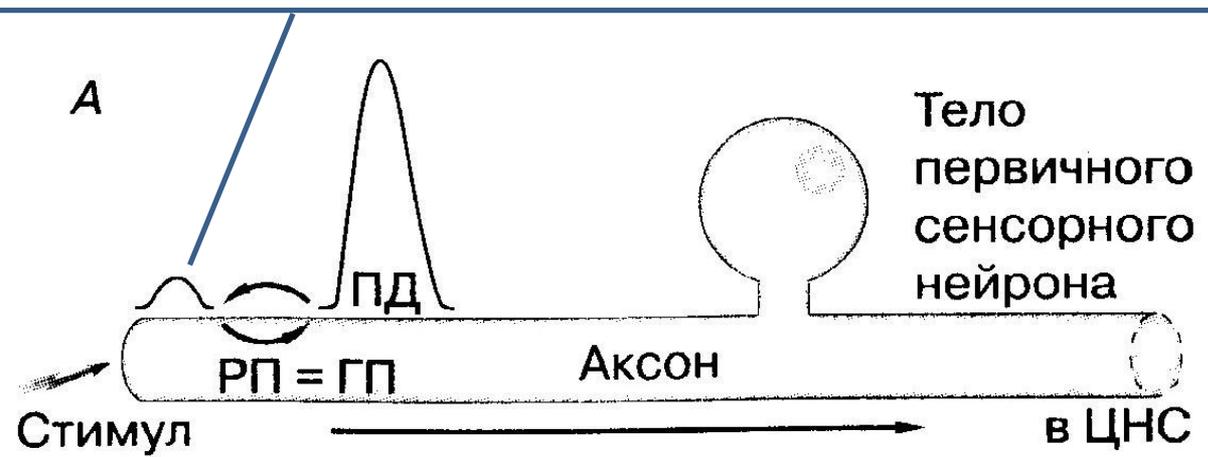
Mechanical deformation away from the kinocilium causes the K^+ channels to close.



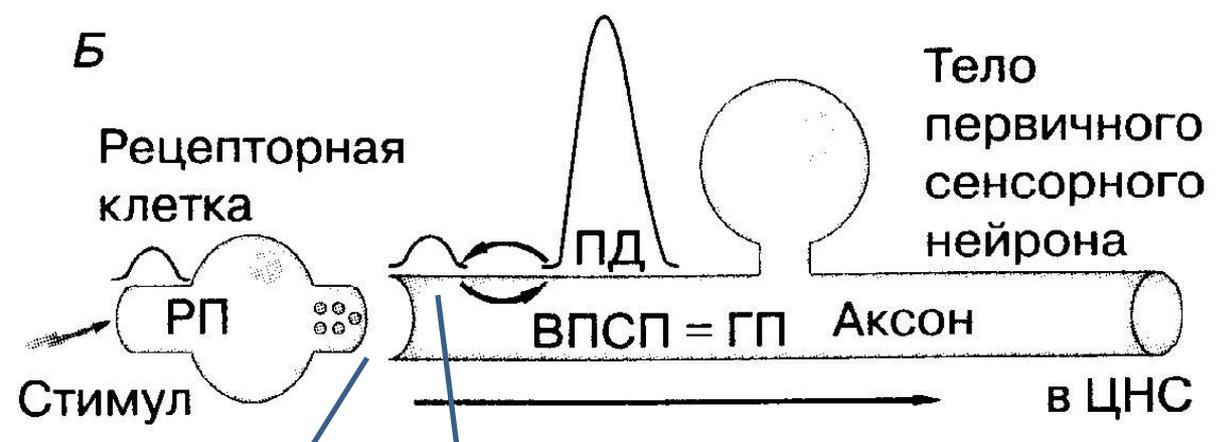
Ca²⁺ enters the cell, allowing vesicle fusion and the release of transmitter.

Вторично-чувствующие (вторичные) рецепторы - специализированные клетки - преобразуют энергию стимула в рецепторный потенциал (может быть де-, а может- гиперполяризующим). Далее - передача информации к нейрону через синапс

В рецепторе возникает **рецепторный потенциал (РП)**, а при достижении последним пороговой величины в афферентном волокне развиваются потенциалы действия (ПД)



Первично-чувствующий (А) и вторично-чувствующий (Б) рецепторы



Афферентное нервное волокно образует синапс на рецепторной клетке, РП вызывает изменение выброса медиатора

В афферентном волокне развивается **генераторный потенциал (ГП)** - аналог ВПСП или ТПСР - который при достижении порога вызывает генерацию ПД.

Сенсорная трансдукция

Взаимодействие
рецепторной
молекулы с
энергией стимула



развитие
локального
рецепторного
потенциала (РП)



электротоническое
распространение РП

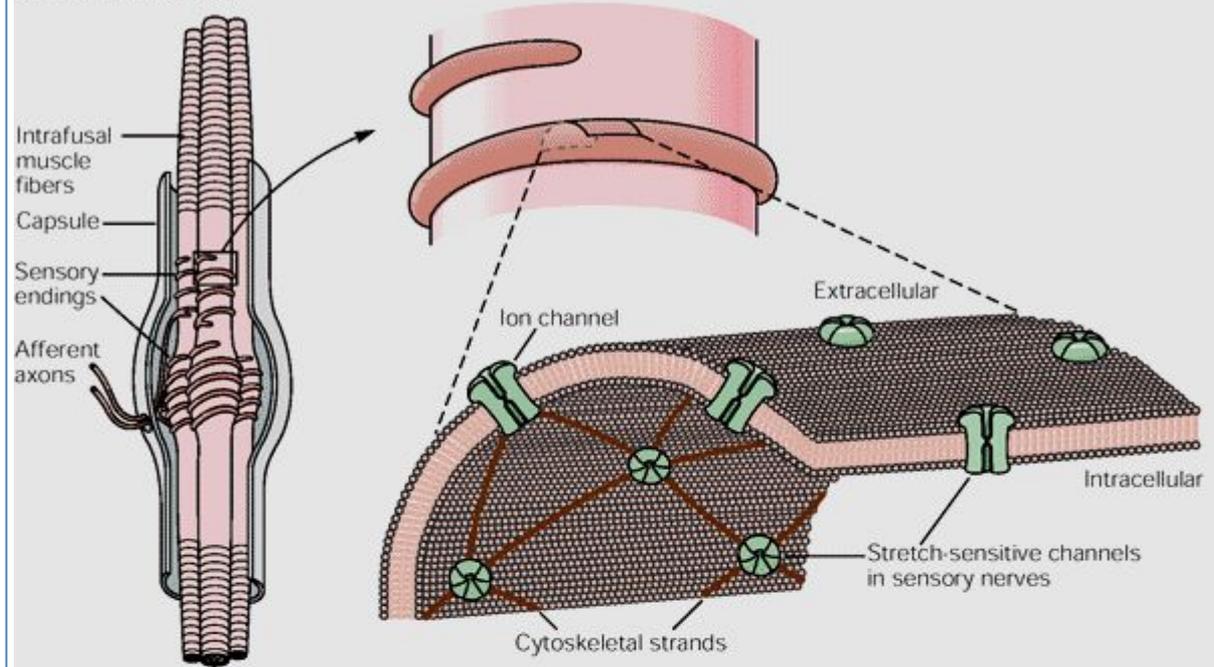


генерирование
импульсных
ответов (ПД) в
первичном

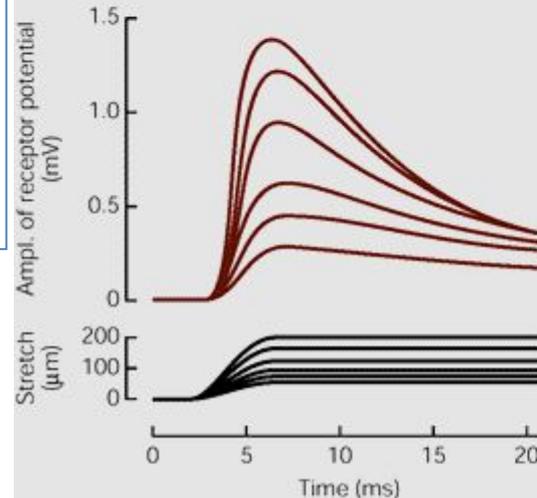
афферентном
нейроне

РП – градуальный,
может подвергаться
пространственной и
временной суммации.

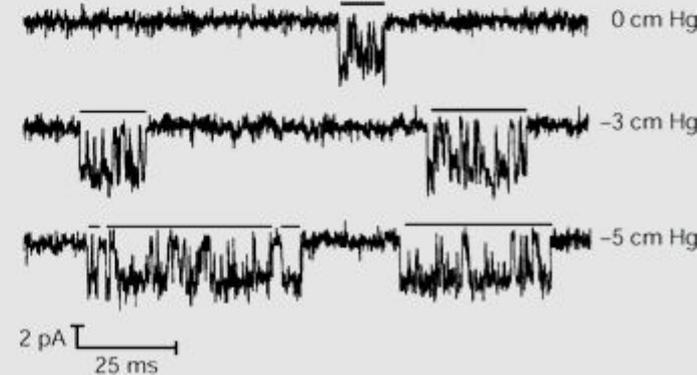
A Muscle spindle



B Receptor potential in nerve



C Single-channel response to stretch



**Взаимодействие
рецепторной
молекулы с
энергией стимула**



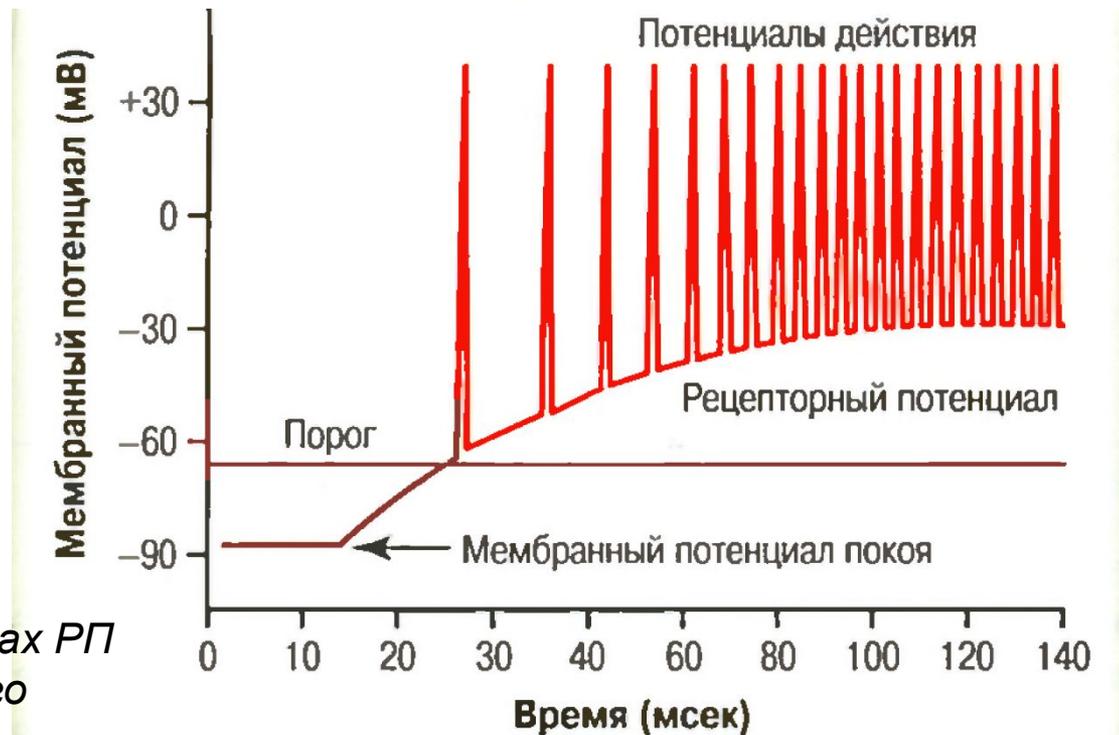
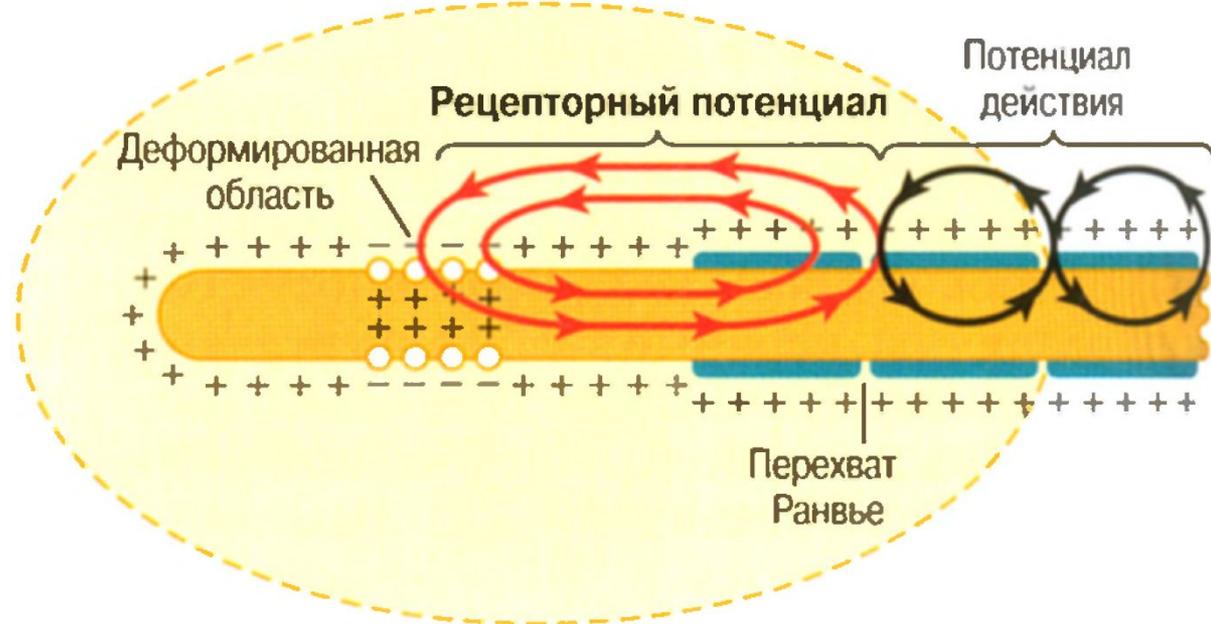
**развитие
локального
рецепторного
потенциала (РП)**



**электротоническое
распространение РП**



**генерирование
импульсных
ответов (ПД) в
первичном
афферентном
нейроне**



В первичночувствующих рецепторах РП выполняет функцию генераторного потенциала («генерит ПД»)

Взаимодействие рецепторной молекулы с

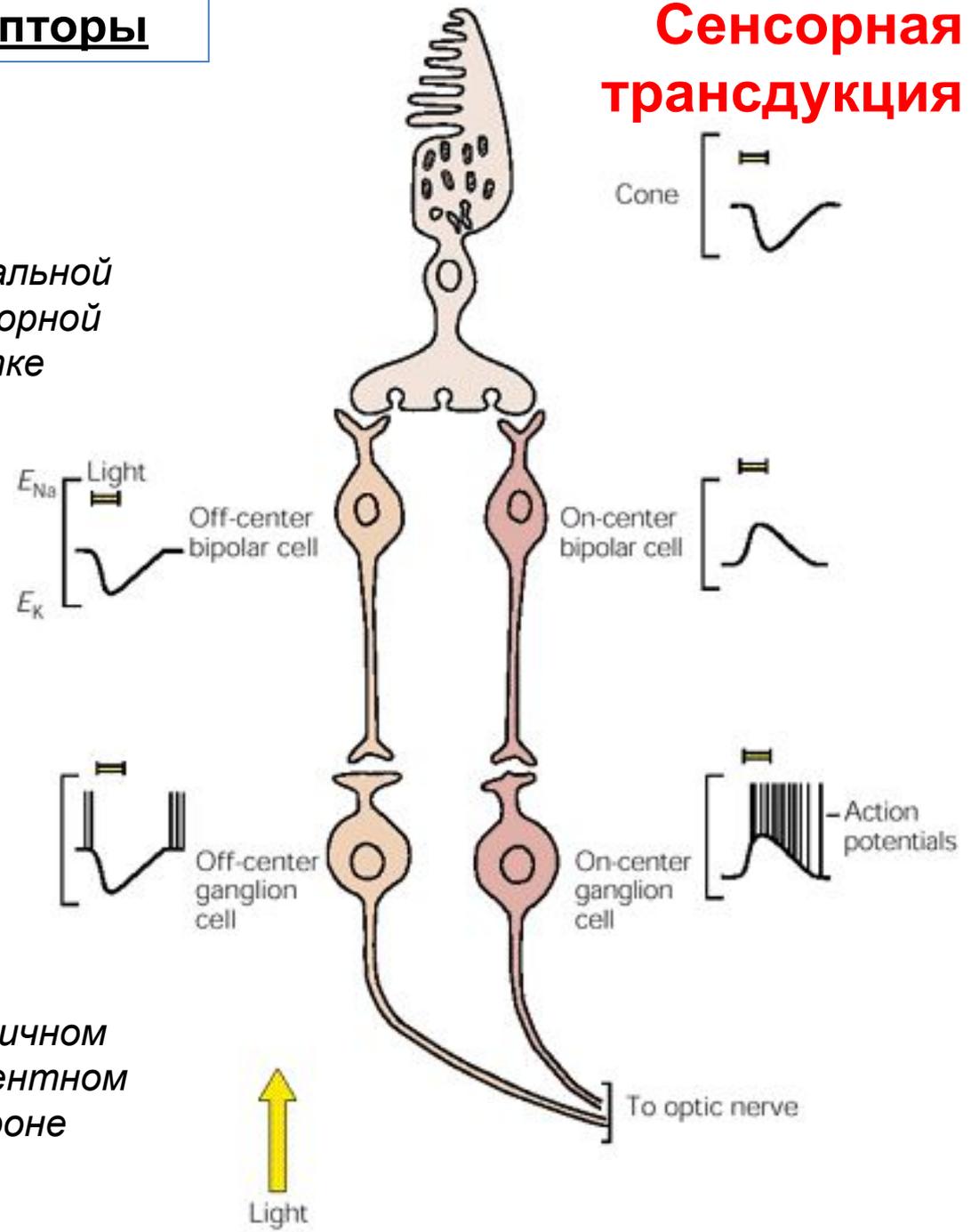
Вторичночувствующие рецепторы

энергией стимула
↓
развитие локального рецепторного потенциала (РП)
↓
электротоническое распространение РП
↓
изменение секреции медиатора
↓
развитие постсинаптического генераторного потенциала (ГП)
↓
электротоническое распространение ГП
↓
изменения генерации (ПД) в первичном афферентном

В специальной рецепторной клетке

В первичном афферентном нейроне

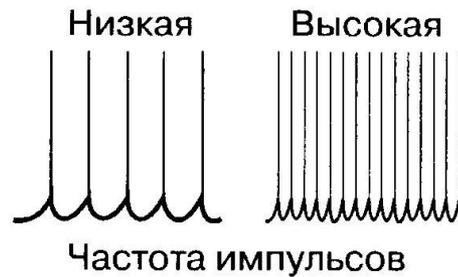
Сенсорная трансдукция



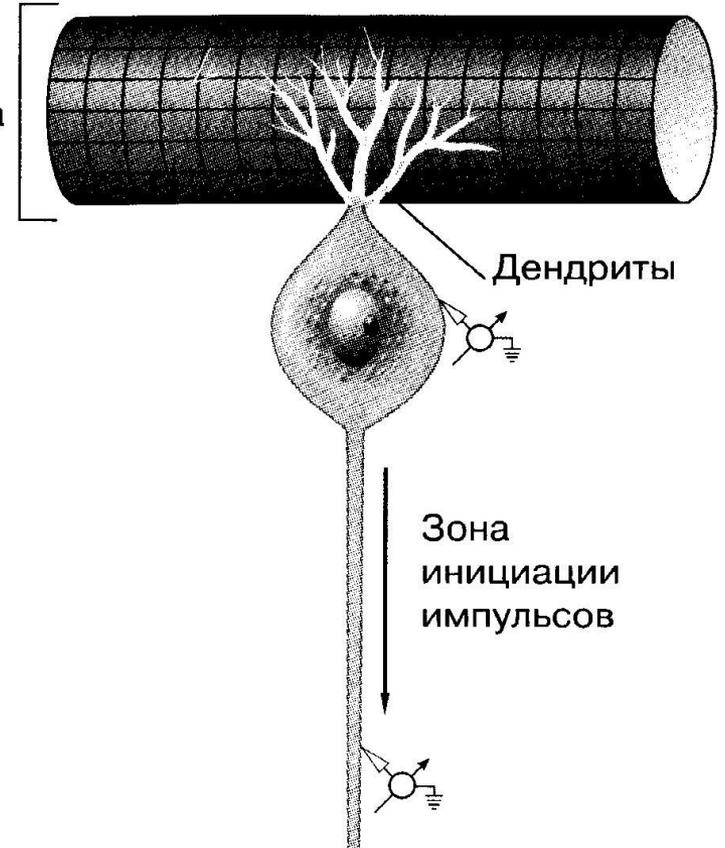
Сенсорная трансдукция



Амплитуда ГП или РП \sim величине стимула Мышца

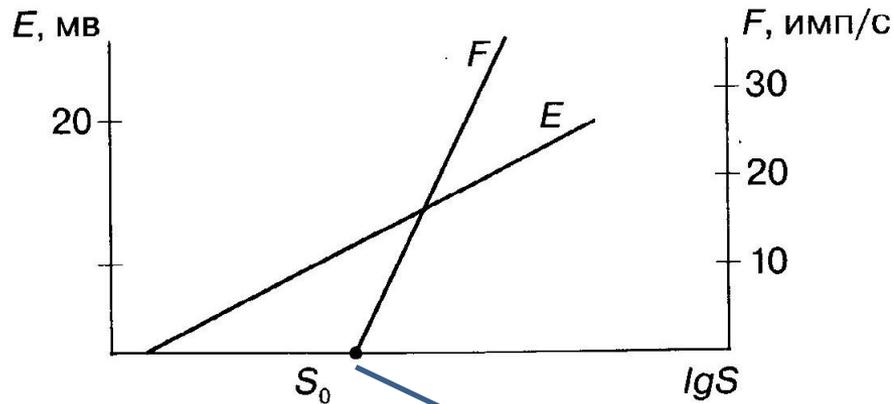


А



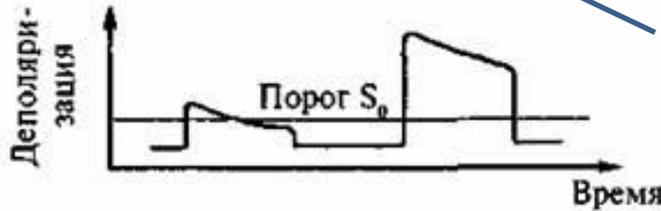
Б

Частота импульсации в афферентном нервном волокне приблизительно пропорциональна величине ГП (=РП)



F – частота импульсов в рецепторном волокне
 S_0 – пороговый стимул
 S – стимул
 E – рецепторный потенциал

Генераторный потенциал рецептора



ПД не генерируется, пока стимул не достигнет критической величины (порога)

ПД в афферентном волокне



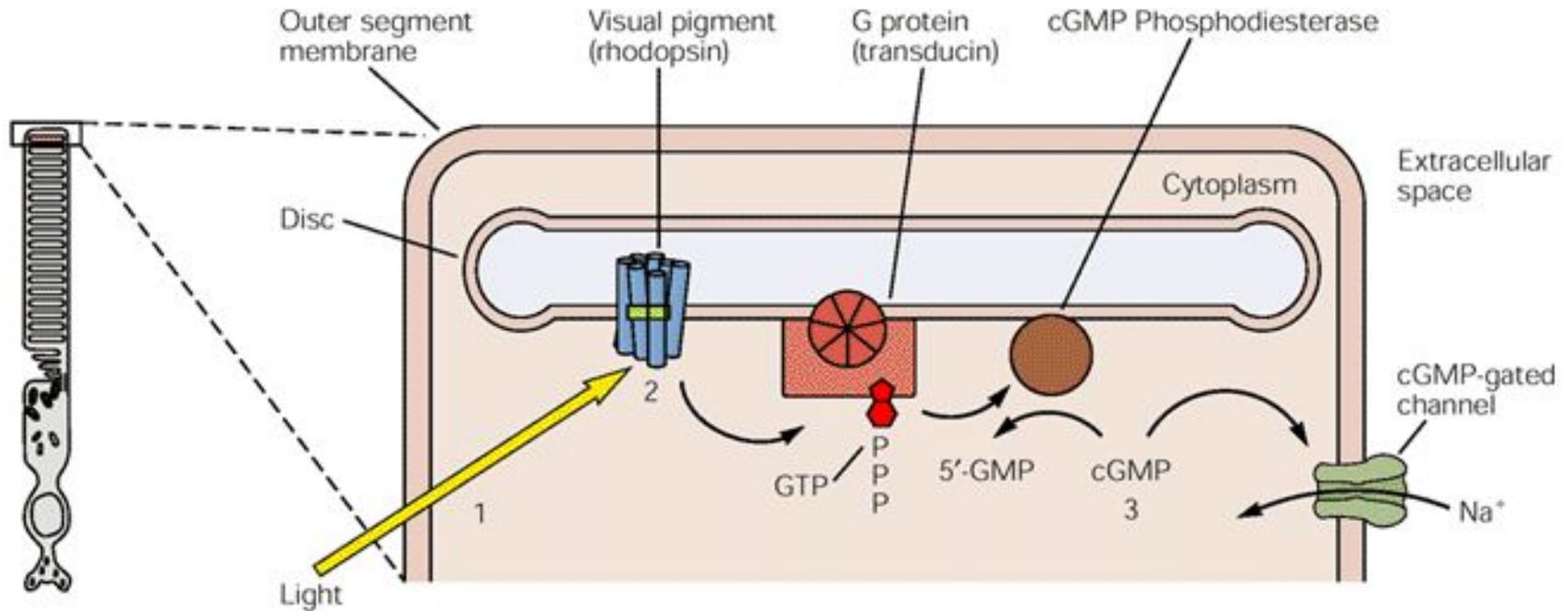
для многих рецепторов зависимость частоты разряда от силы стимула точнее описывается степенной функцией

Сенсорная трансдукция

Прямая – энергия стимула воздействует непосредственно на воротный механизм ионных каналов

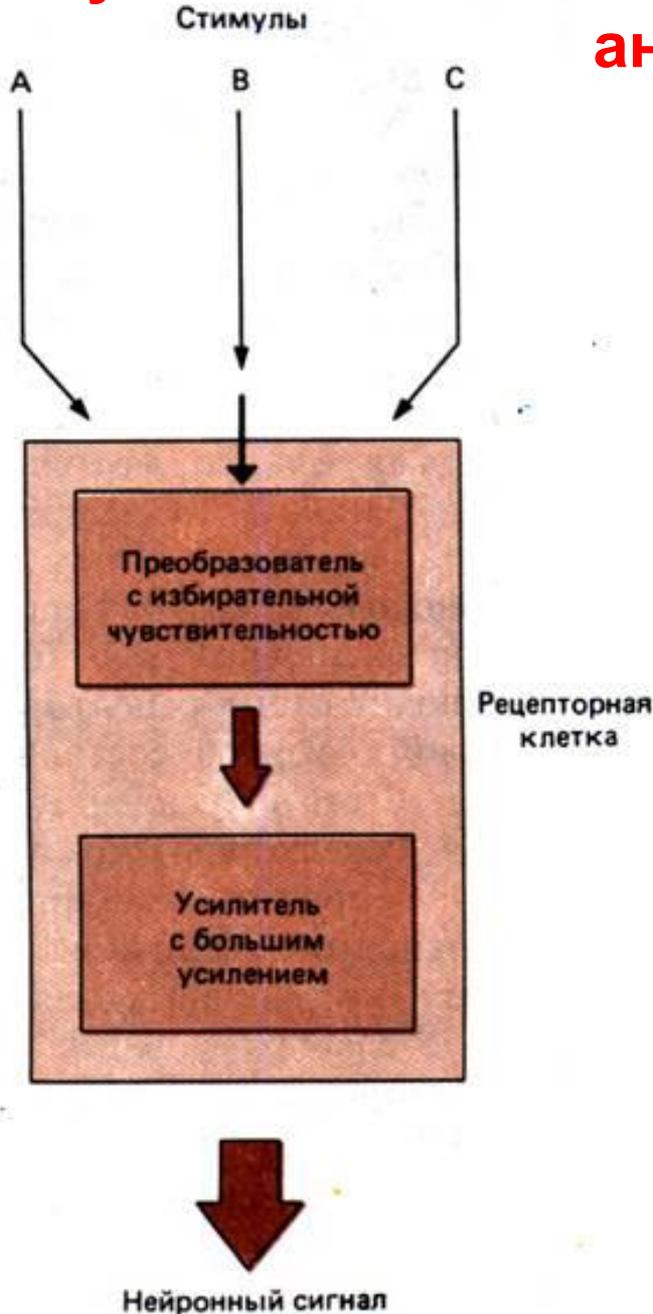
Опосредованная – с участием вторичных посредников

механизмы сенсорной трансдукции – не связаны с первично- или вторичночувствующим типами рецепторов



Функциональные свойства рецепторного отдела анализаторов

Молекулярная организация рецепторов → базовые характеристики сенсорного ответа



Специфичность

(избирательная реакция на адекватные стимулы)

Высокая чувствительность
(низкий порог возбуждения)



Первичное различение раздражителей определенной модальности и силы (кодирование качества и интенсивности)

Сtimул – триггер, а не источник энергии для развития рецепторного потенциала

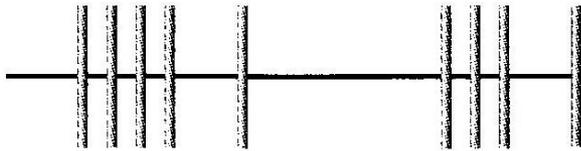


Энергия ГП >> энергии воздействий, его породивших...

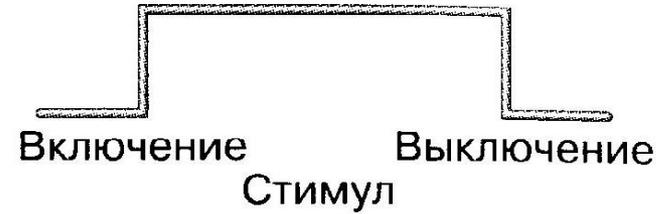
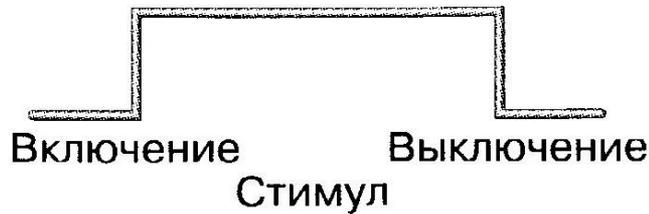
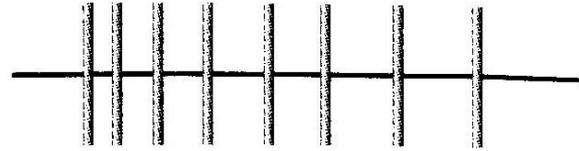
Сенсорные рецепторы обладают разнообразными механизмами усиления сигнала

Сенсорная адаптация

Быстрая адаптация



Медленная адаптация



Динамический (фазический, дифференциальный) ответ

на быстрое нарастание интенсивности стимула, сигнализирует о скорости его изменения.

Адаптация у этих рецепторов хорошо выражена и происходит очень быстро

Информация о скорости изменения параметра

Тонический (статический, пропорциональный) ответ

мало зависит от скорости изменения стимула.

В большинстве случаев даже тоническая реакция при длительном действии неизменного стимула медленно снижается:

*происходит **адаптация рецептора***
Информация о текущем состоянии параметра

Некоторые факторы, определяющие скорость адаптации:

- структура рецептора, его механические и физико-химические свойства
(например, структура капсулы тельца Пачини)
- характеристики процесса трансформации генераторного потенциала в залп ПД
в т.ч. присутствие Ca^{2+} -каналов и кальций-зависимых K^+ -каналов (K_{Ca}) наряду с Na^+ -каналами
- инактивация рецепторных молекул:
 - путем фосфорилирования/дефосфорилирования,
 - путем присоединения к рецептору специализированных белков, блокирующих работу рецептора
(во многих системах, связанных с G-белками)
- **синаптическая пластичность** при обработке сенсорного сигнала в нейронных сетях

Функции сенсорных систем организма

(И.П. Павлов – «анализаторы»)



Сбор информации из внутренней и внешней среды (⇒ активность интеро- и экстерорецепторов)



Передача (с обработкой в процессе) информации в ЦНС



Трансформация сенсорной информации в ощущения

Состав анализатора (по И.П. Павлову):

1. **Периферическая часть** – поля рецепторов
2. **Проводниковая часть** – нервы
3. **Центральная часть** – подкорковый и корковый уровни обработки сигналов в ЦНС

Три составляющие всякой сенсорной системы:

Рецепторы (чувствительные клетки или чувствительные отростки нервных клеток)



Проводящие нервы (спинномозговые и черепные)



Обрабатывающие структуры спинного и головного мозга

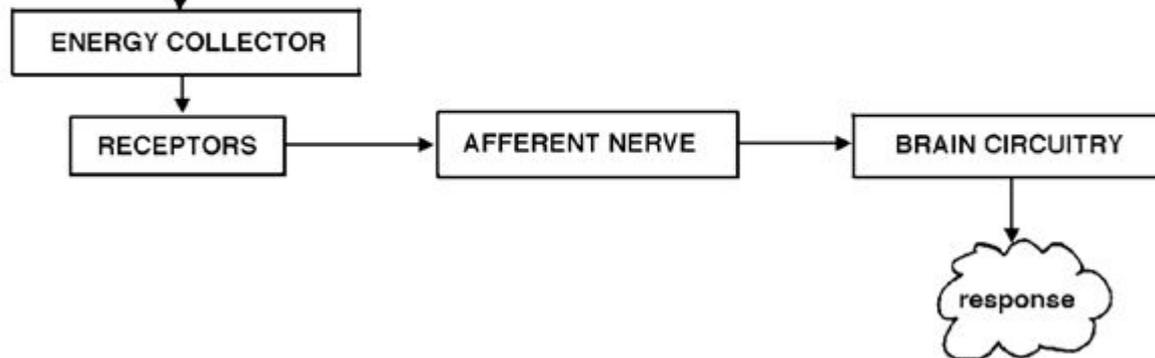
(высшие центры – в коре больших полушарий)

Рецепторы → наиболее адекватная регистрация

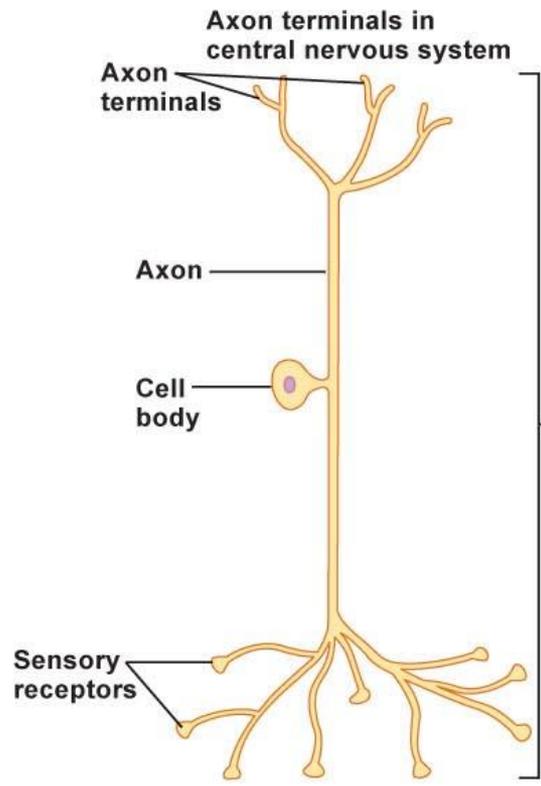
Орган чувств - сложно устроенная система для преобразования энергии стимула в код нервных импульсов.

Пример рецептора: колбочка в сетчатке глаза

Пример органа чувств: глаз как целостный орган

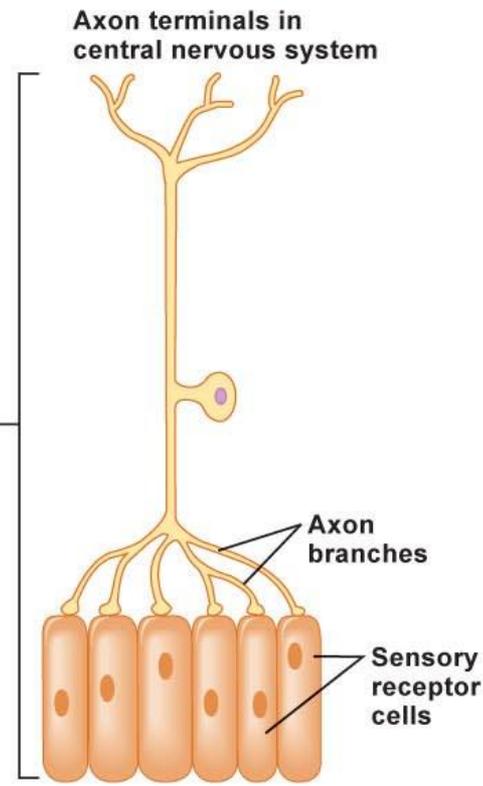


Сенсорная единица — чувствительный нейрон + все его периферические разветвления + любые ассоциированные с терминалями ненейрональные клетки, выполняющие функцию преобразователя.



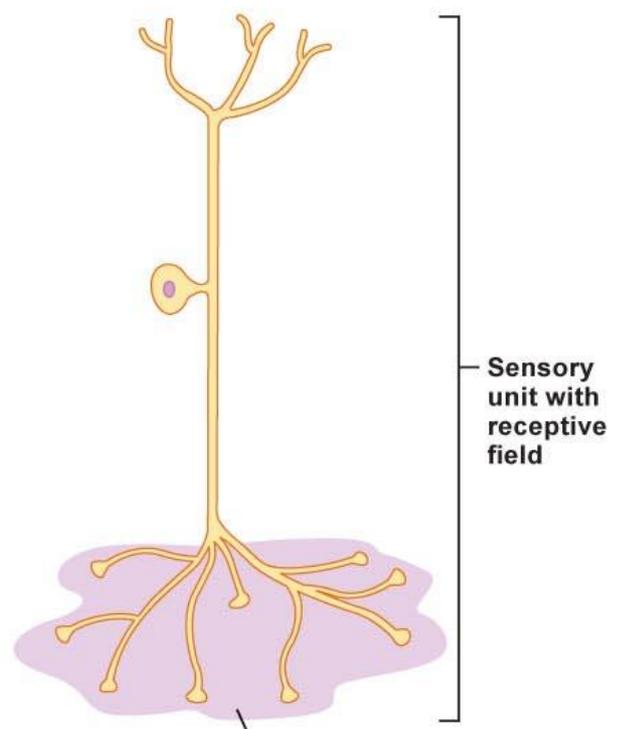
Afferent neuron with receptor endings in periphery

(a)



Receptor cells in periphery

(b)



Receptive field

(c)

Три составляющие всякой сенсорной системы:

Рецепторы (чувствительные клетки или чувствительные отростки нервных клеток)



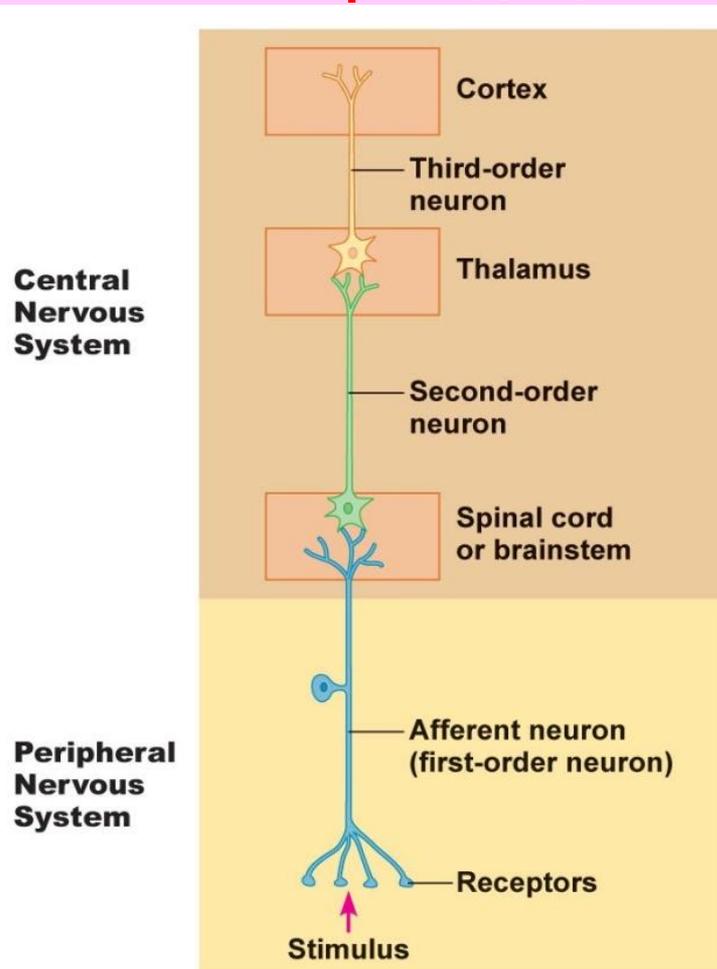
Проводящие нервы (спинномозговые и черепные)



Обрабатывающие структуры

спинного и головного мозга

(исполнительные центры – в коре больших полушарий)



Проводниковая часть → соединение периферических рецепторов и ЦНС

Три составляющие всякой сенсорной системы:

Рецепторы (чувствительные клетки или чувствительные отростки нервных клеток)



Проводящие нервы (спинномозговые и черепные)



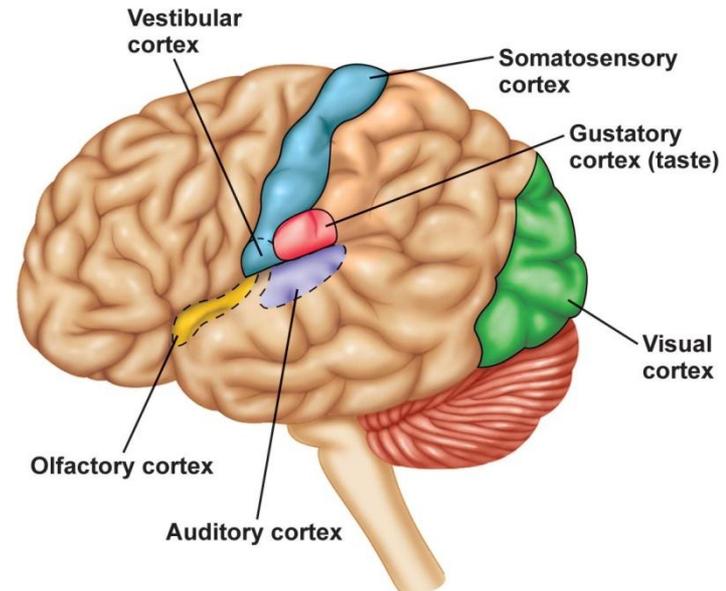
Обрабатывающие структуры спинного и головного мозга

(высшие центры – в коре больших полушарий)

Центральная часть → анализ и распознавание сигналов от рецепторов

В ЦНС - компенсация несовершенства периферических рецепторов вычислительными средствами нейронных сетей → увеличение достоверности и точности работы всей сенсорной системы

Обработка сенсорной информации – в несколько этапов на разных уровнях ЦНС, от спинного мозга и ствола до коры больших



Методические аспекты исследований

Объективная сенсорная физиология – фокус на изучении реакции системы на стимулы на различных уровнях – от молекулярного и субклеточного до физиологических ответов участков сенсорной коры

Методы: электрофизиология, биохимия, молекулярная биология etc.

Субъективная сенсорная физиология (психофизика) – изучение корреляций между воздействием и ответной реакцией на поведенческом уровне

Задача психофизики – установление количественных соотношения между интенсивностью стимула и силой субъективного ощущения.

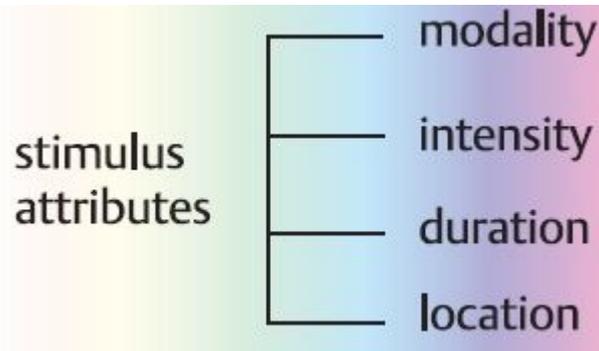
Методы: поведенческие.

+ психология восприятия

Психофизиология (не путать с психофизикой!!!) – включает в себя интегративную сенсорную физиологию, а также многие другие аспекты психологии и высшей нервной деятельности (в том числе внимание, память, эмоции и мотивации, сон и бодрствование)

Миру стимулов соответствует мир ощущений

Сенсорные измерения (измерения стимула):



- **качество (модальность)**
- **интенсивность (сила)**
- **локализация (пространство)**
- **длительность (время)**

Основные сенсорные модальности – в просторечии называются «чувства» :

Субмодальности – можно найти в каждом случае (пример: зрение – цвет и движение)

• **зрение**

+ напряжение кислорода (pO₂), pH, осмотическое давление и др.

• **слух**

• **вкус**

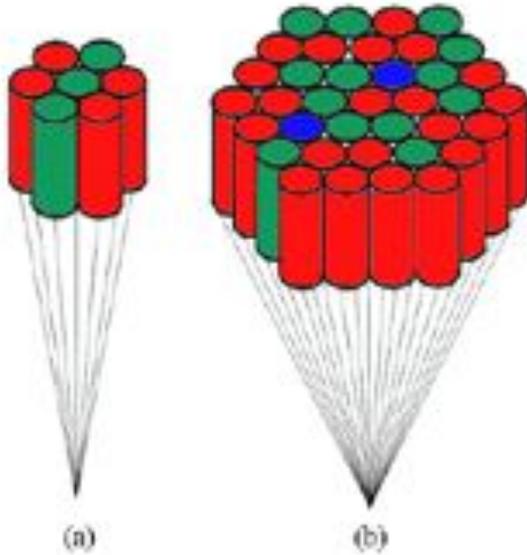
• **запах**

• **осязание**

Длительность □ отношение времени действия стимула к длительности ощущения

Локализация □ определение точного места действия стимула + способность различить сближенные анатомически места нанесения стимулов

Рецептивное поле — пространственный участок [совокупность рецепторов], при воздействии на который стимулы достаточной величины и адекватные виду раздражаемого рецептора вызовут разряд нервных импульсов в данной нервной клетке (или торможение).

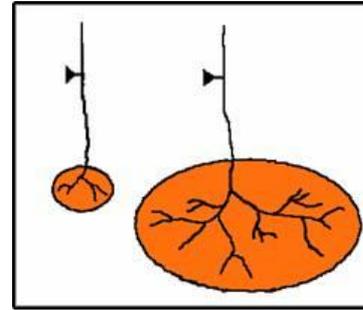


Специфика РП – для каждого отдельного вида чувствительности

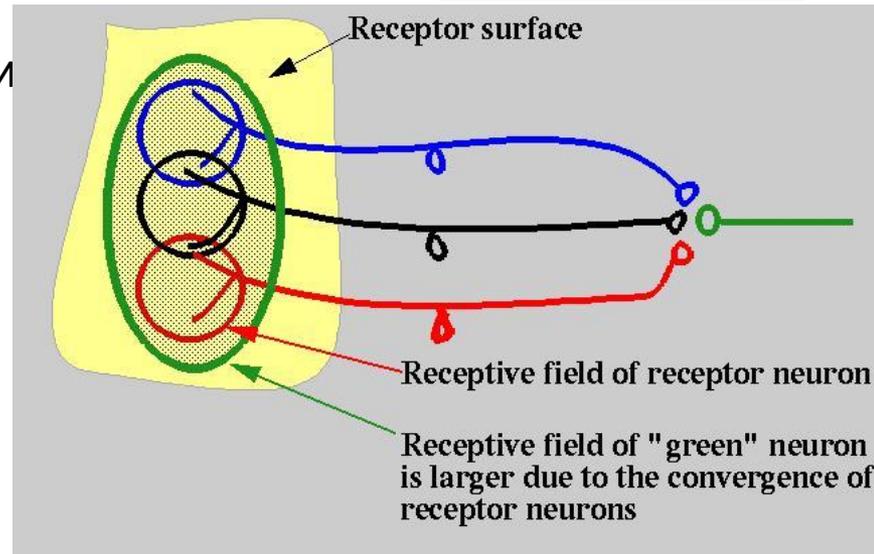
Понятие рецептивного поля применимо как к периферическим сенсорным нейронам, так и к нейронам центральной нервной системы, включая кору больших полушарий.

Особенности организации и структуры совокупности РП

Размер рецептивного поля сенсорного нейрона зависит от степени ветвления сенсорного афферента (например, для кожных рецепторов).



Размер рецептивного поля центрального нейрона зависит от степени конвергенции первичных афферентов



Размеры рецептивных полей разных нейронов могут сильно различаться (в разных участках одной рецепторной поверхности)

Рецептивные поля отдельных волокон сильно перекрываются

РП в сенсорной поверхности образуют широкие перекрытия + варьируют в размерах

в зависимости от физиологических условий

Кодирование сенсорных сигналов



Почему разные стимулы ощущаются по-разному, если ПД в нервных волокнах в принципе одинаковы?? - специфичностью обладают проводящие эти ПД нервы

Закон «специфических сенсорных энергий» - характер ощущений определяется не стимулом, а раздражаемым сенсорным органом

Принцип «меченой линии» - специфичность нервных волокон, однообразно (в виде ПД) проводящих только одну модальность ощущения (кодирование номером линии)

Этот тип кодирования имеет значение и для обозначения отдельных видов воздействия в пределах одной модальности

Стимулы отличаются не только по типу, но и по интенсивности
⇒ **интенсивность стимула кодируется частотой ПД в волокне сенсорного нерва.**

ЦНС «должна понять» - какой сенсорный нерв активирован (сенсорная модальность) и какова частота импульсации в нем (интенсивность модальности)



кодирование частотой импульсов

Передача сигнала от рецепторов к ЦНС

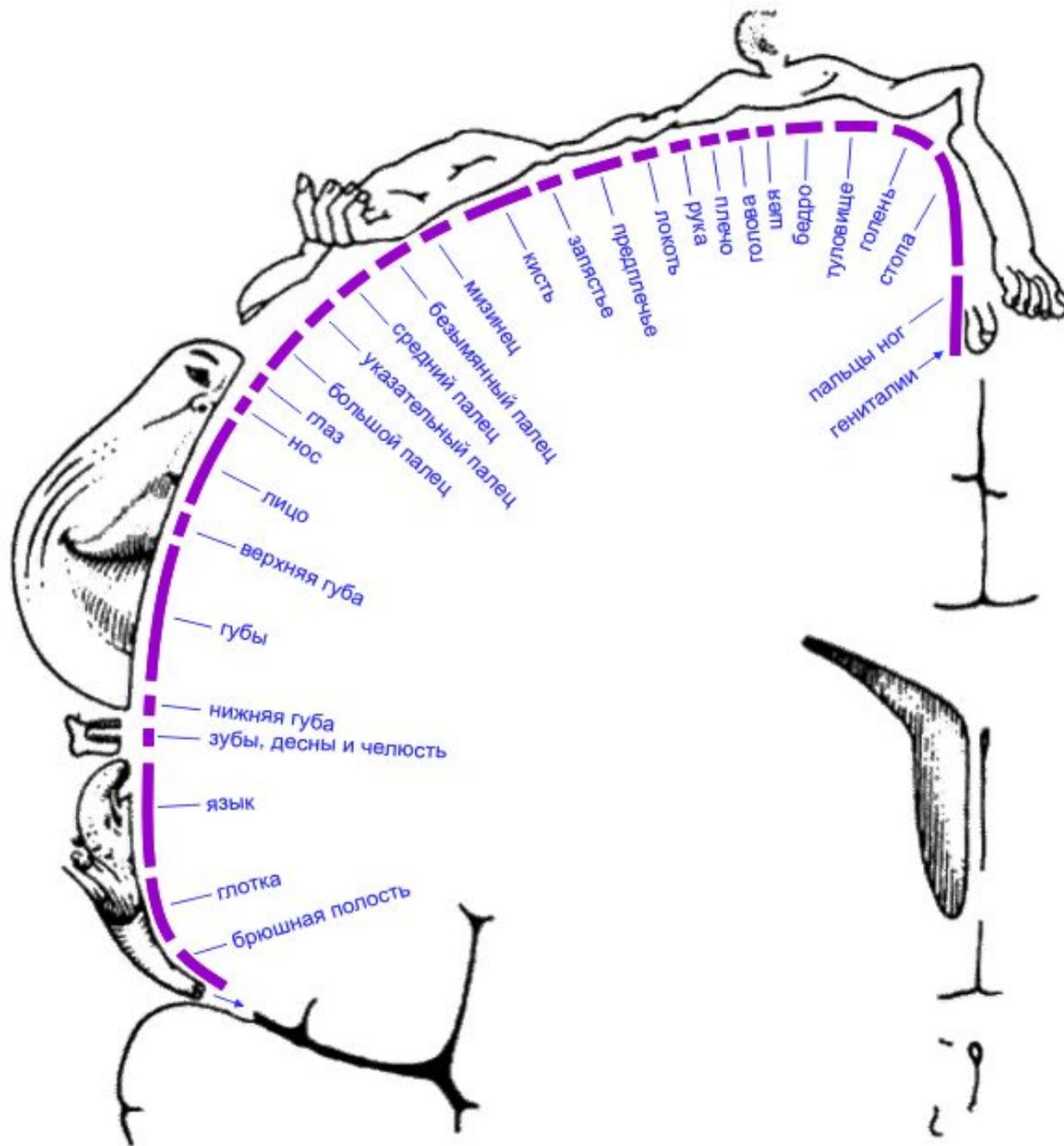
Топический принцип:

каждый рецептор передает сигнал «своей» нервной клетке, причем соседние рецепторы передают информацию соседним нейронам.

Аналогичным образом организована передача и внутри ЦНС от структуры к структуре – вплоть до коры больших полушарий.

В результате на разных уровнях ЦНС можно наблюдать формирование **«карт» рецепторных поверхностей** (поверхностей, где собраны рецепторы определенной сенсорной системы (кожа, поверхность языка, сетчатка глаза и др.).

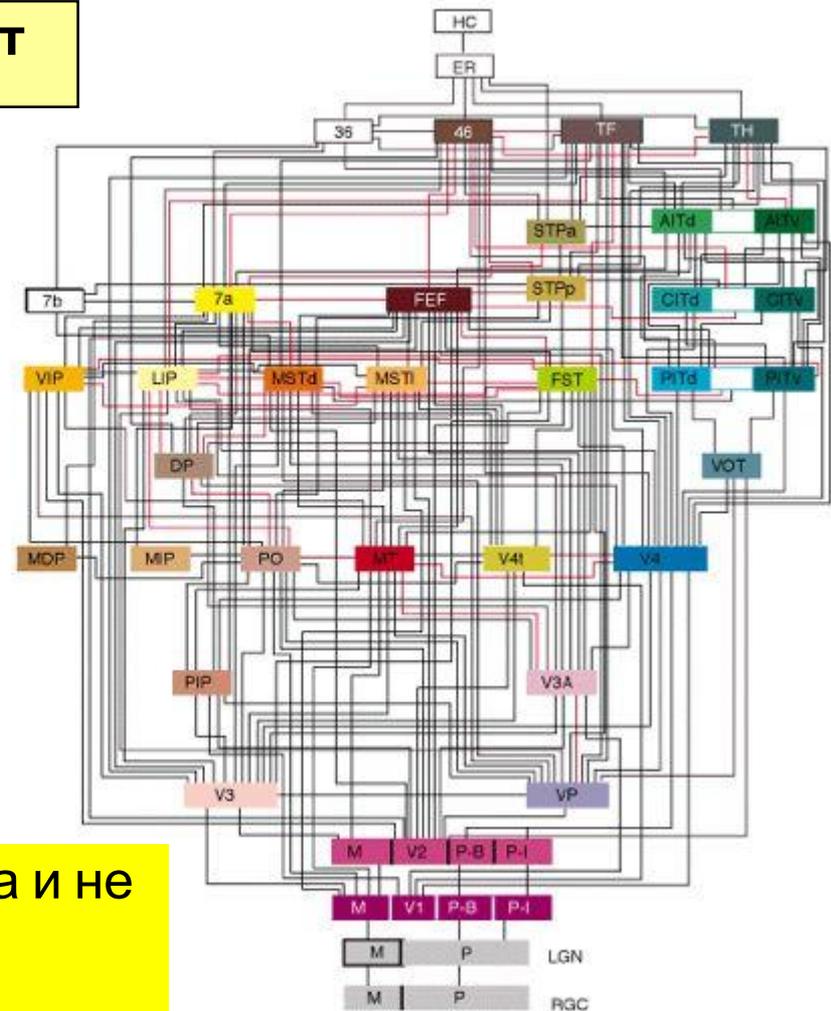
Топическая организация позволяет закодировать «качество» сенсорного сигнала (= место настроенного на этот сигнал рецептора на рецепторной поверхности).



Соматосенсорная кора:
постцентральная
извилина

Неизоморфность сенсорных карт

Картирование не является однозначным отображением рецепторной поверхности на мозг, хотя бы и с искажением пропорций

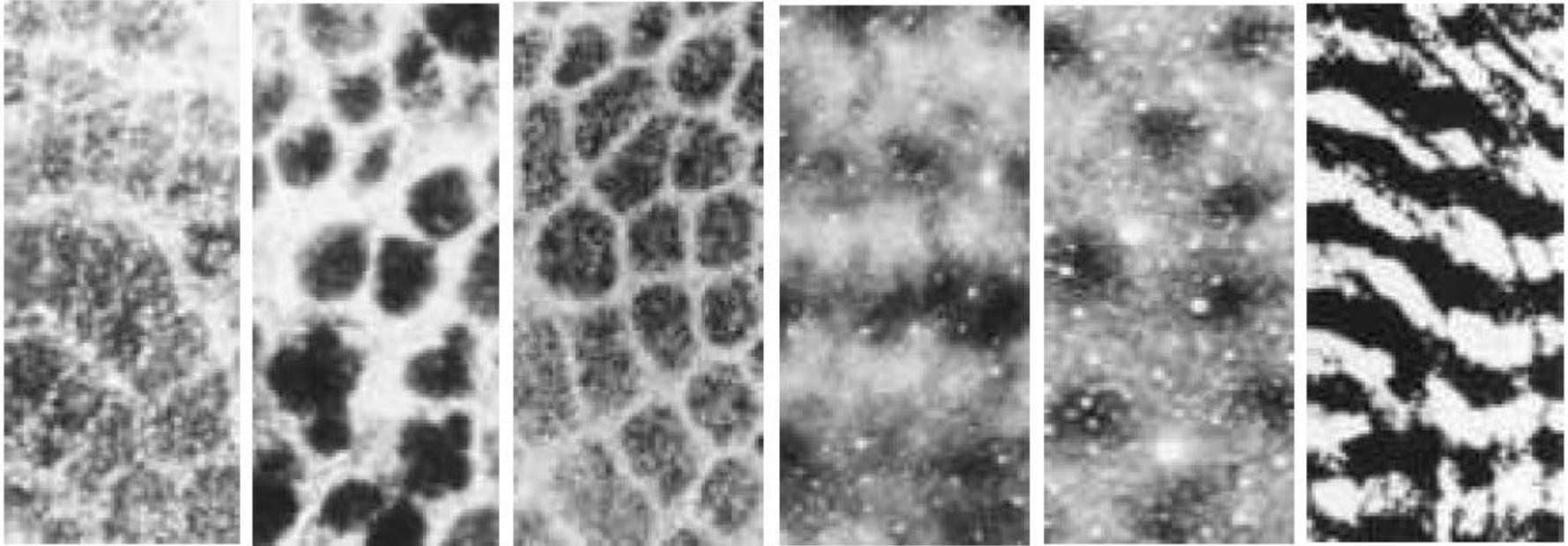


Детальная организация карт – сложна и не всегда однозначно последовательна (разрывы, повторы...)

В картах ⇨ расщепление модальностей на субмодальности ⇨ обработка в пространственно разнесенных участках...

Модульность в сенсорных структурах

группировки нервных элементов (заметны гистологически) → совокупность РП, располагающихся поблизости друг от друга.

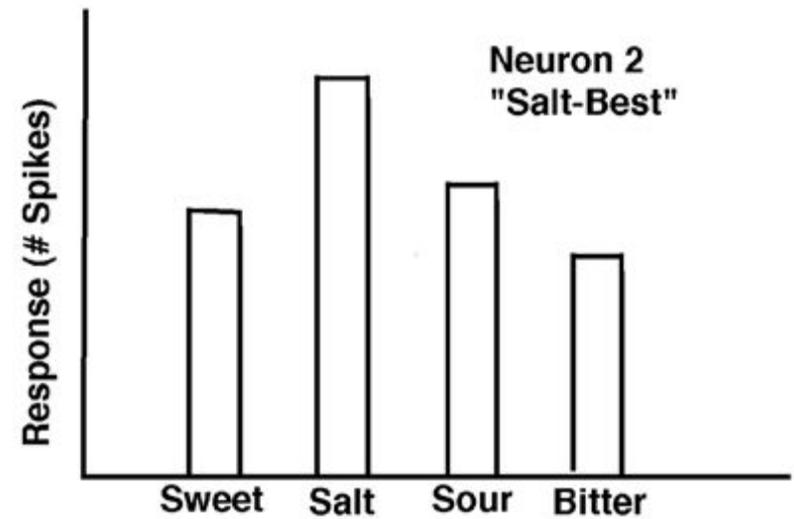
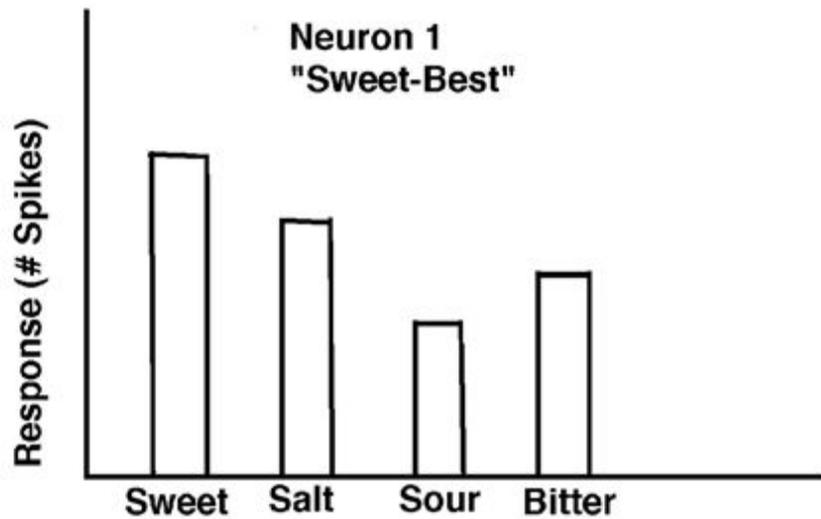


сенсорный сигнал может попадать в кору через несколько независимых параллельных путей обработки

Передача сигнала от рецепторов к ЦНС

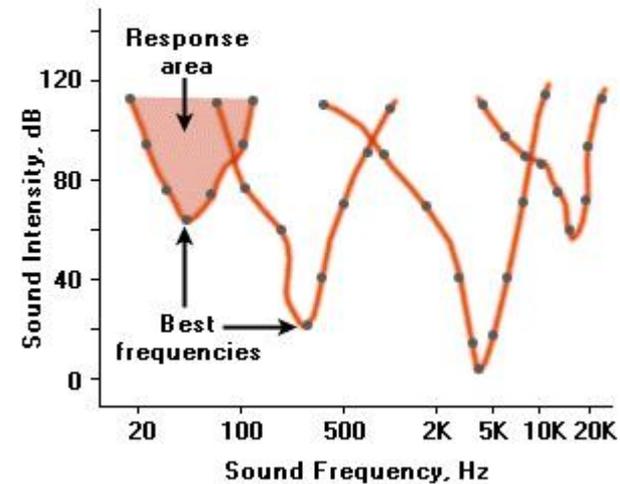
Популяционный принцип:

Важна сравнительная активность в различных популяциях нейронов (а не абсолютная активность)



Кодирование сенсорных сигналов

Receptive Fields
of Auditory Neurons



!!! Каждый рецептор или каждая сенсорная единица – способны кодировать только часть диапазона воспринимаемых интенсивностей стимула

Причины – ограничения природой процесса трансдукции + дискретный характер нервной импульсации.

ОГРАНИЧЕНИЕ СВЕРХУ:

предельная частота импульсации ~ несколько сотен Гц (до 1 кГц)

ОГРАНИЧЕНИЕ СНИЗУ:

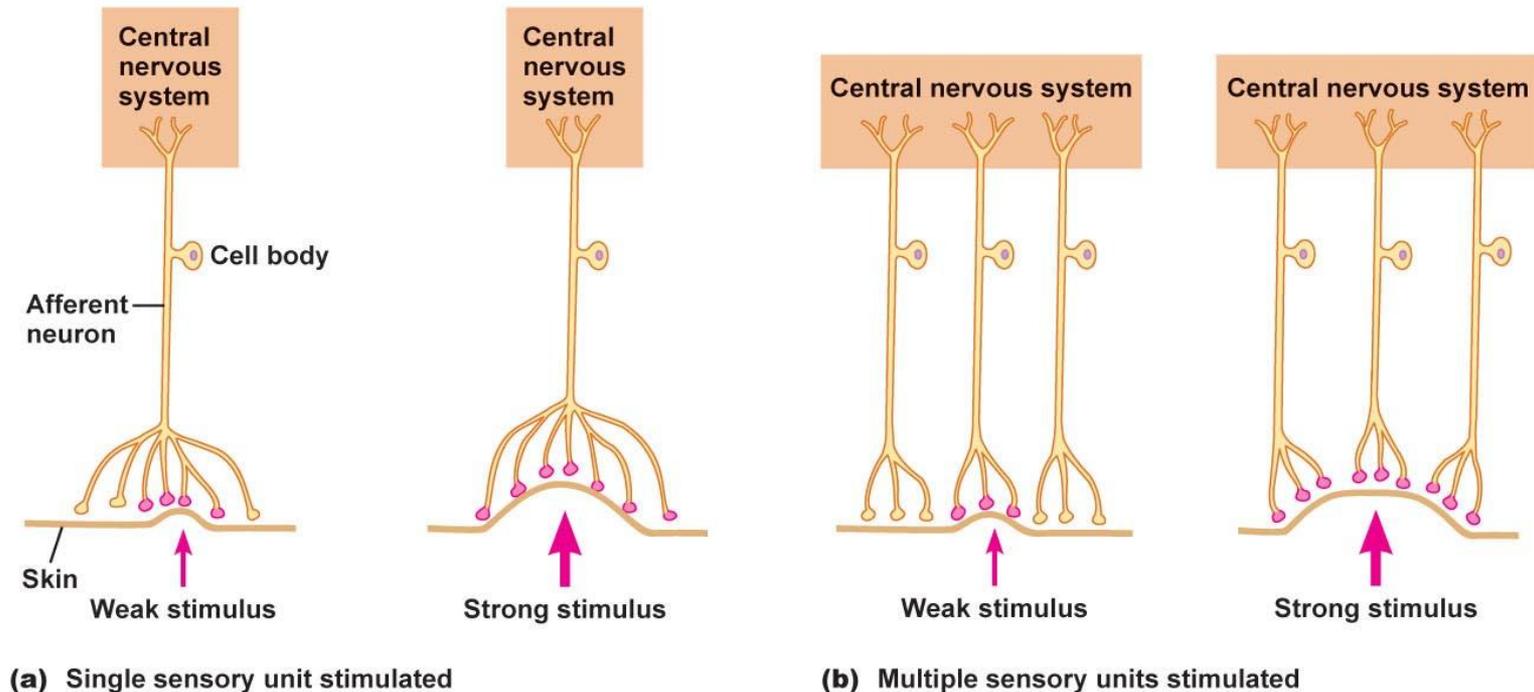
чем ↓ частота, тем хуже приспособлены волокна для передачи количественной информации о быстрых событиях.

Кодирование сенсорных сигналов

Волокна с одинаковыми рецептивными полями, но имеющими разные пороги активации



кодирование количеством активных волокон



© 2011 Pearson Education, Inc.

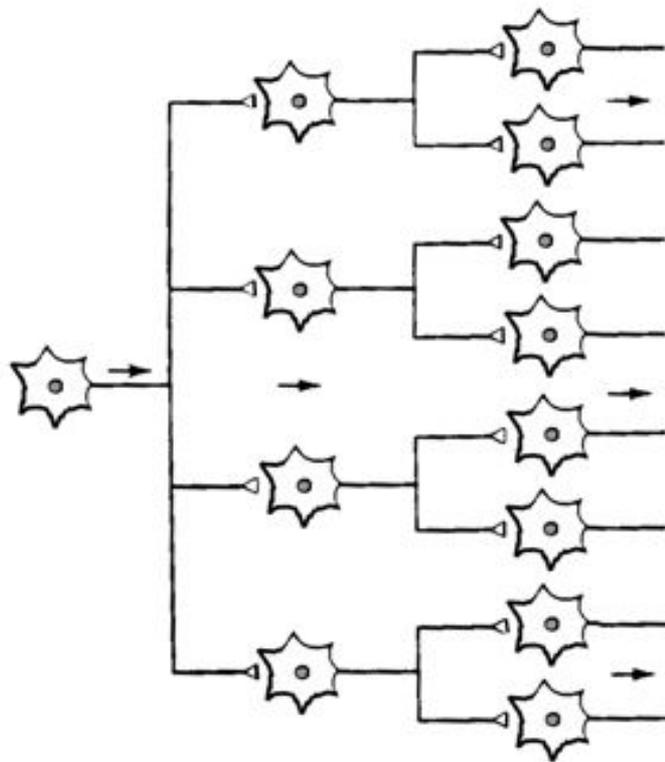
кодирование паттерном нервных импульсов



важен характер их распределения во времени (структура ответа) + точная привязка момента генерации импульсов к определенным событиям

Некоторые алгоритмы обработки информации, характерные для сенсорных центров головного и спинного мозга:

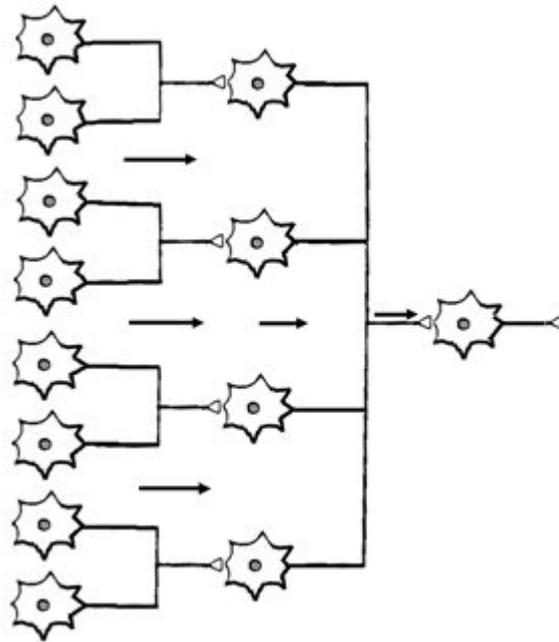
Дивергенция сенсорных сигналов



Дивергенция особенно присуща системам, передающим сигналы, актуальные для оперативной коррекции движений, – **вестибулярной** и мышечной (в обоих случаях, кроме входов через таламус в кору, имеются прямые входы в мозжечок).

Некоторые алгоритмы обработки информации, характерные для сенсорных центров головного и спинного мозга:

Конвергенция сенсорных сигналов

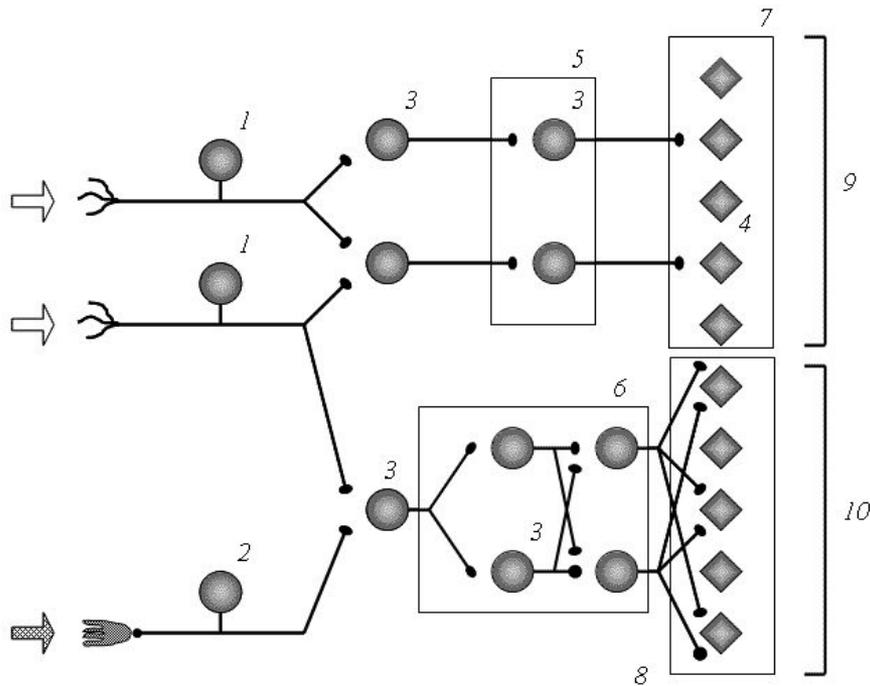


Конвергенция = «схождение» сигналов; лежит в основе узнавания сенсорных образов (как суммы сенсорных признаков).

Конвергенция, как правило, является результатом предварительного обучения и присуща высшим сенсорным центрам. Вместе с тем, имеются примеры врожденного узнавания сенсорных образов (у человека – зрительная «схема лица», невербальная коммуникация).

Конвергенция сильно различается для специфических и неспецифических систем – функционируют параллельно в пределах одной и той же модальности

Специфические системы → точное определение локализации и свойств стимулов (эволюционно – моложе, степень конвергенции - низкая).

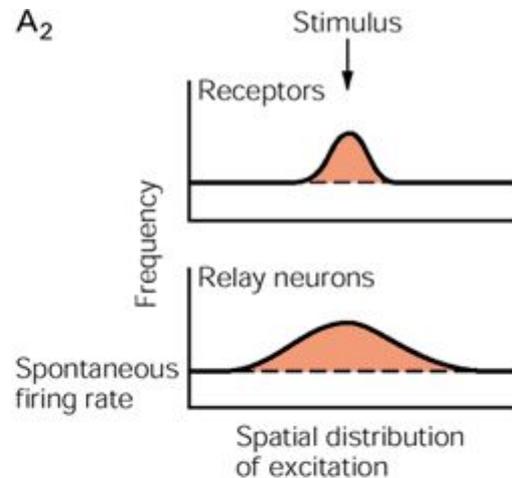
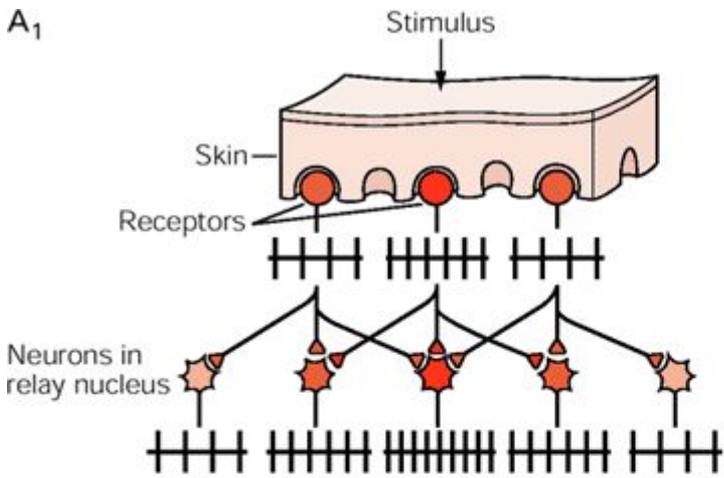


- 1 – чувствительные нейроны одной сенсорной системы,
- 2 – чувствительный нейрон другой сенсорной системы,
- 3 – нейрон ЦНС,
- 4 – корковый нейрон,
- 5 – таламус,
- 6 – ретикулярная формация,
- 7 – проекционная зона коры,
- 8 – ассоциативная зона коры,
- 9 – специфический проводящий путь,
- 10 - неспецифический проводящий путь

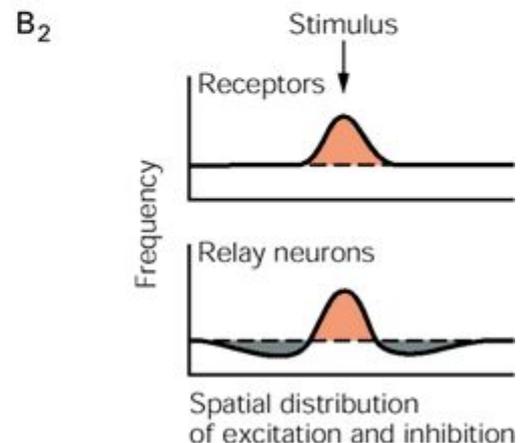
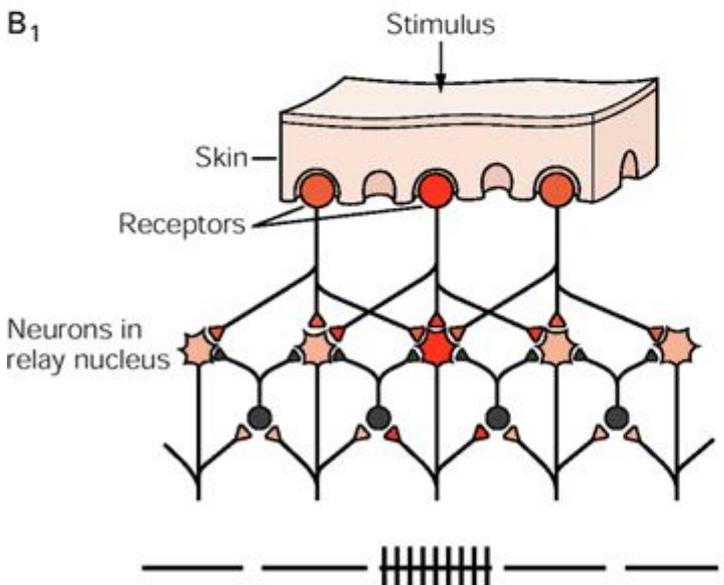
Неспецифические системы → связь с мотивационно-эмоциональными, активационными и вегетативными аспектами реакции на стимулы (эволюционно – древнее, степень конвергенции - высокая).

Неспецифические системы → включение и направление **внимания** на неожиданные или инстинктивно-обусловленные биологически значимые стимулы

Примеры: ядра РФ ствола мозга и таламуса



Латеральное торможение



В данном случае система латерального торможения поможет выделить наиболее возбужденный канал («контрастирование сигнала», улучшение соотношения сигнал/шум).

Организация сенсорного мозга позволяет и **параллельную, и последовательную обработку** информации.

Имеется не один экран, проецирующийся в более высокие уровни по иерархическому принципу, а несколько параллельных экранов, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой.

Детектирование признаков (выделение отличительных характеристик) и связывание их в целостное восприятие

Нейроны-детекторы – реакция на отдельные характеристики стимула

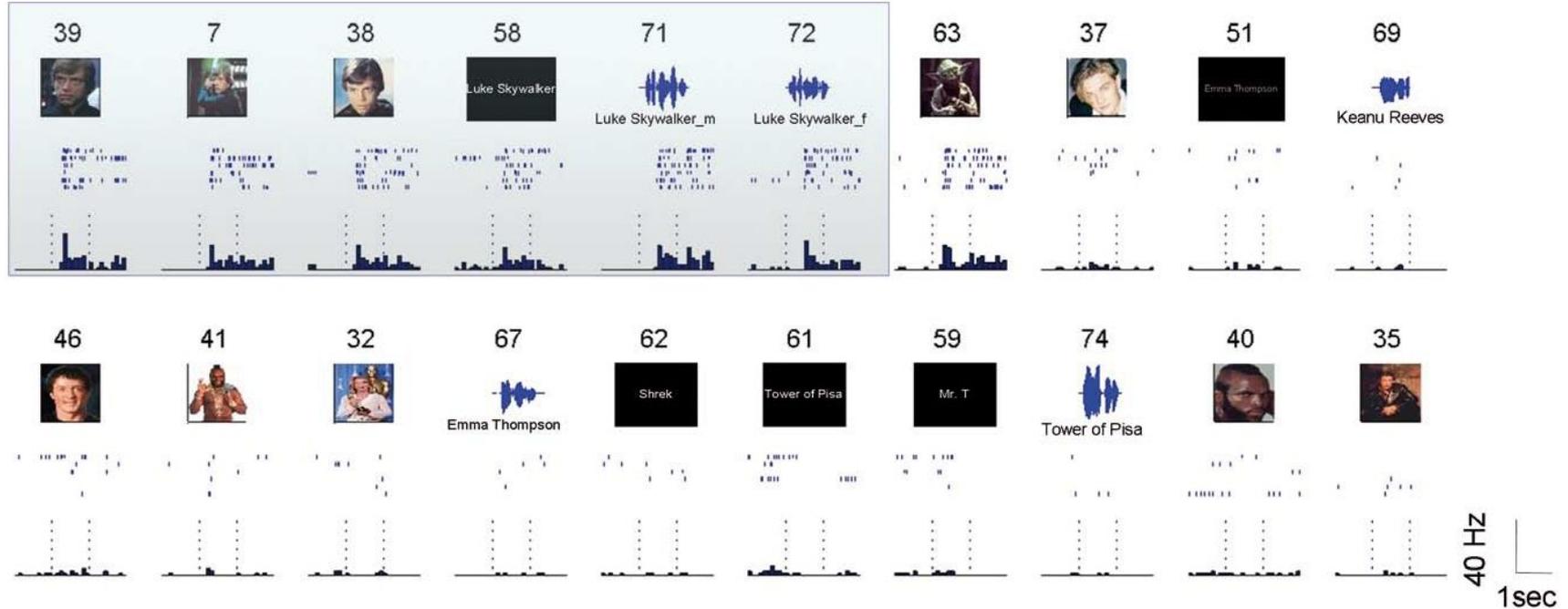
Детекторы могут объединяться в иерархические последовательности

Примеры детекторов на разных уровнях зрительной системы:

- выделение пятна любой формы
- выделение полосы, имеющей определенную ориентацию в пространстве
- выделение отрезков определенной длины и углов
- выделение сложных фигур определенной формы
- выделение лиц и иных объектов

Binding – связывание признаков - целостное восприятие объекта, характеризующегося комбинацией отдельных независимых признаков (из одной или разных модальностей)

Теория гностических нейронов (детекторов очень высокого порядка) или **grandmother neuron's theory**



Теория распределенного кодирования – нейроны, занятые обработкой разных аспектов одного объекта – объединяются. Кодирование целостного объекта ⇐ совместная и одновременная активация отдельных детекторов

важна роль синхронизации активности

Субъективная сенсорная физиология

Сенсорное впечатление – простейшие элементы, или единицы сенсорного опыта.

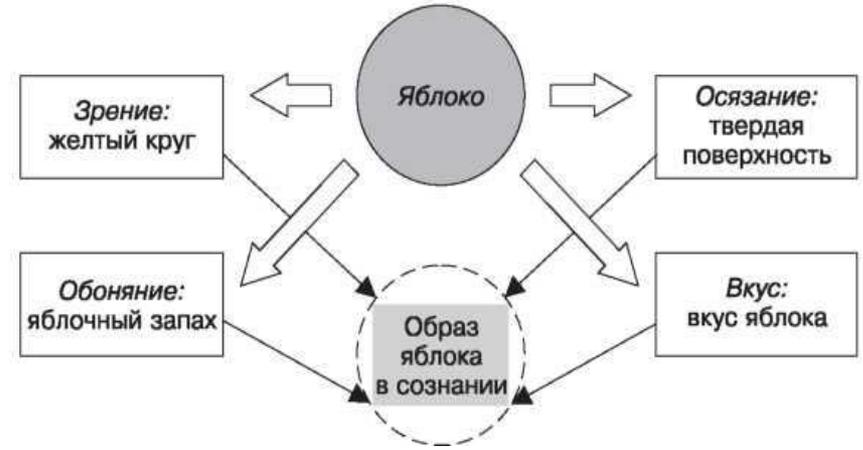
Ощущение - комбинации сенсорных впечатлений.

Как правило, ощущение интерпретируется с учетом предшествующего опыта.

*Результатом такого процесса и является **восприятие**.*

Восприятие - целостное отражение предметов, ситуаций и событий, возникающее при воздействии

физических раздражителей на рецепторные поверхности органов чувств. *Восприятие объекта возможно лишь при том условии, что для сенсорной информации после ее первичного опознания (в первичной коре) определяется ее мотивационное и эмоциональное значение (с участием лимбической системы), а затем производится категоризация (с участием лобной коры и др. областей) и множество других высокоуровневых процессов.*



В психологии выделяют два этапа восприятия:

перцепция - первоначальная, объективная идентификация объектов и явлений;

апперцепция – влияние на восприятие предметов окружающего мира предшествующего опыта и установок индивида, особенностей его личности