

# **ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ РЕЦЕПТОРОВ**

Лекция №26  
Лечебный факультет  
2018

# **СЕНСОРНЫЕ РЕЦЕПТОРЫ**

# Функции сенсорных систем

1. Обнаружение сигналов
2. Различение сигналов
3. Кодирование информации
4. Передача и преобразование сигналов
5. Осознание образов

# Клеточная и сенсорная рецепция

- **Клеточная рецепция** - процесс восприятия и преобразования химического сигнала в сложную последовательность внутриклеточных химических процессов.
- **Сенсорная рецепция** - процесс восприятия и преобразования энергии раздражителей внешней и внутренней среды организма в энергию нервных импульсов, передаваемую по чувствительным нервам в ЦНС.
- **Сенсорные рецепторы** – это высокоспециализированные образования, способные принимать раздражения из внутренней и внешней среды организма и трансформировать (преобразовывать) их энергию в специфическую активность нервной системы.

# Классификации рецепторов

## Психофизиологическая классификация

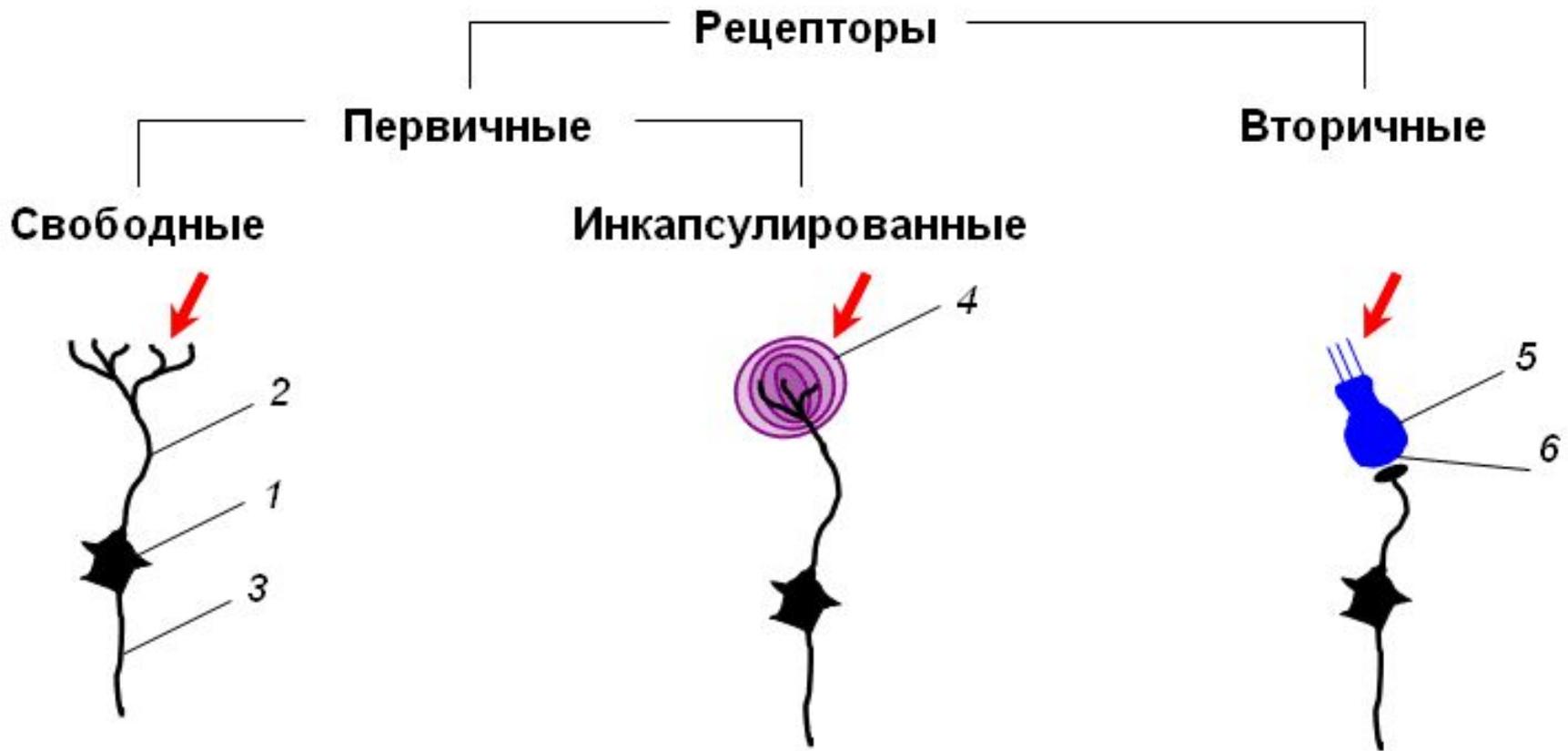
Рецепторы разделяются

**1. по модальности ощущений**, возникающих при их раздражении

- слуховые, зрительные, обонятельные, вкусовые, тактильные, температурные, болевые, вестибулярные (рецепторы равновесия).

**2. по морфологическим и функциональным признакам :**

- первичные (первичночувствующие)
- вторичные (вторичночувствующие)



Первичные и вторичные рецепторы

1 – тело чувствительного нейрона;

2 – периферический отросток чувствительного нейрона (дендрит);

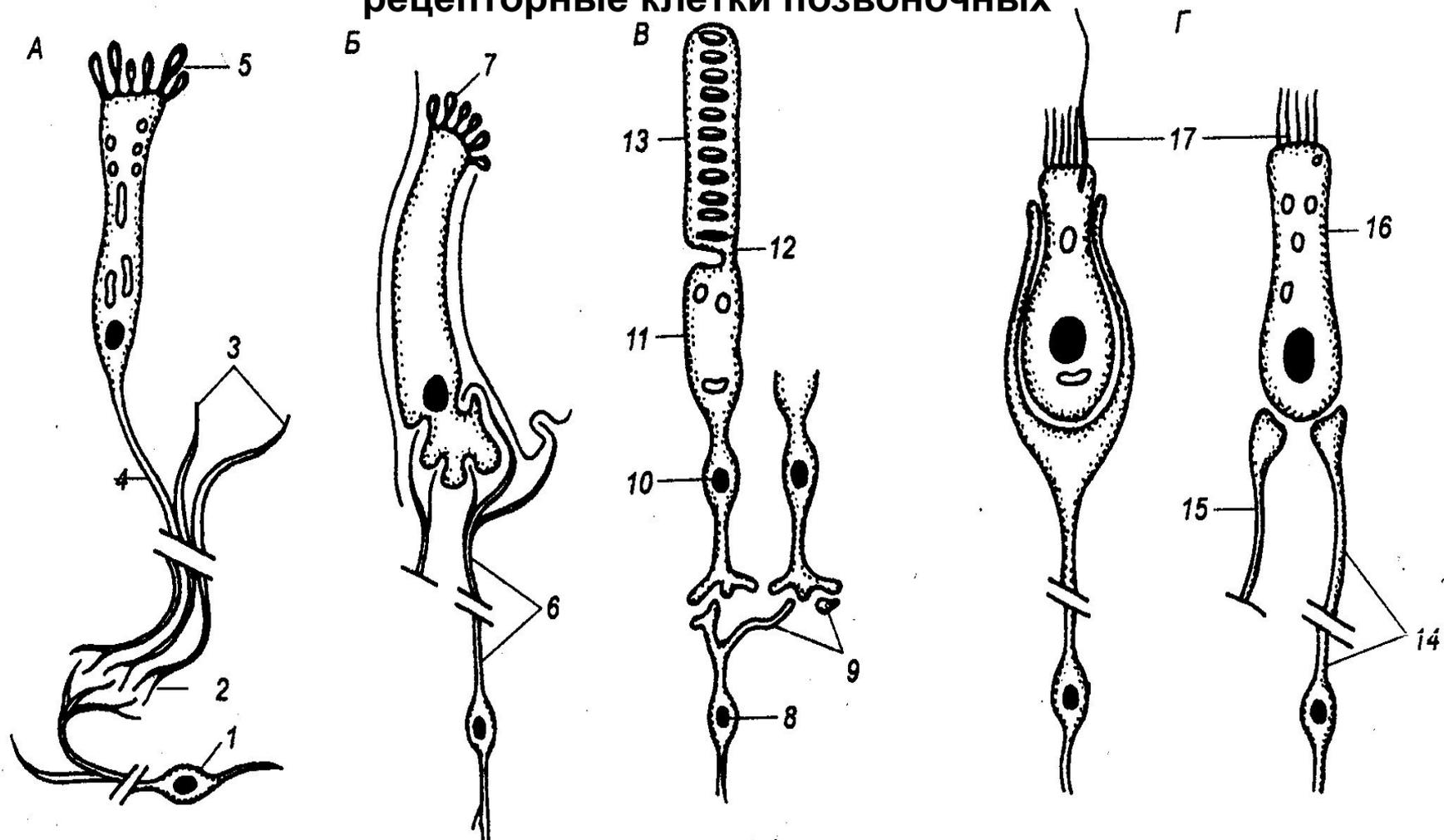
3 – центральный отросток чувствительного нейрона (аксон);

4 – глиальная капсула;

5 – рецептирующая клетка;

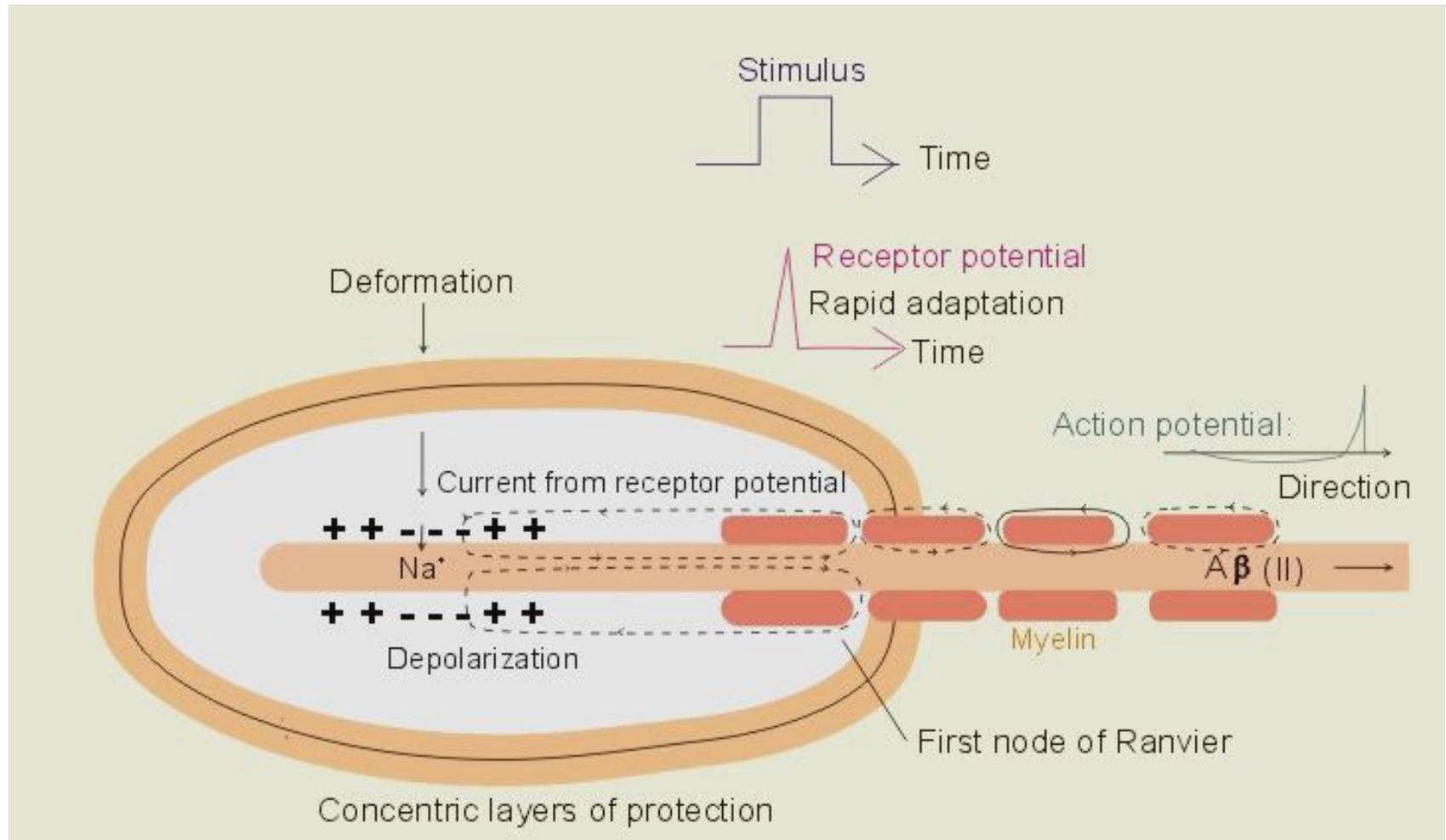
6 – синапс между рецептирующей клеткой и чувствительным нейроном.

## Специализированные первичные (А) и вторичные (Б—Г) рецепторные клетки позвоночных



А — обонятельный рецептор; Б — вкусовой; В — фоторецептор; Г — вестибулярный и слуховой: 1 — митральная клетка, 2 — обонятельный клубочек, 3 — обонятельные нити, 4 — аксон, 5 — реснички, 6 — волокна барабанной струны, 7 — микроворсинки, 8 — биполярная клетка, 9 — волокна, 10 — ядро, 11 — внутренний членик, 12 ~ рудимент реснички, 13 — наружный членик, 14 — афферентное нервное волокно, 15 — эфферентный аксон, 16 — наружная волосковая клетка (улитка), 17 — волоски.

# Первичночувствующие рецепторы – это нервные окончания концевые участки дендрита чувствительного нейрона



# Вторичночувствующие рецепторы

**Состоят из 2-х синаптически связанных элементов:**

- клетки эпителиального либо нервного происхождения (волосковые клетки улитки)
- нервного происхождения (в сетчатке глаза колбочки и палочки)

Между раздражителем и чувствительным нейроном существует посредник – специализированная клетка. В этом случае сенсорный нейрон возбуждается опосредованно или **вторично**, а не под действием раздражителя.

- *К вторичночувствующим относят:*
- - **слуховые**
- - **вестибулярные**
- - **вкусовые**
- - **зрительные**
- - **хемотрецепторы (в каротидном синусе).**

- **СВОЙСТВА И ФУНКЦИИ  
РЕЦЕПТОРОВ**

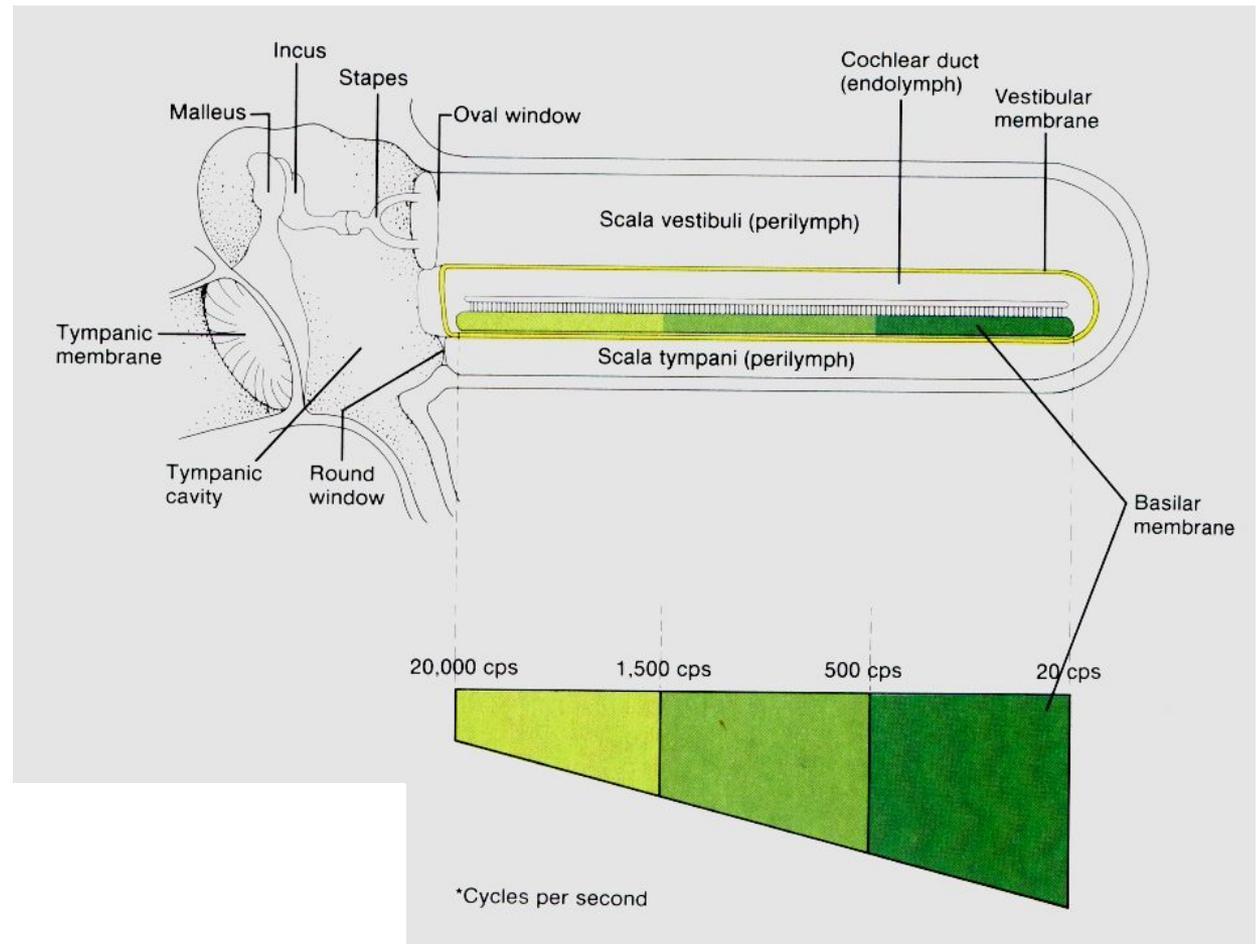
# Свойства рецепторов

- 1. Модальная специфичность рецепторов - это способность рецепторов одного типа при взаимодействии с вышележащими специфическими структурами формировать при действии раздражителя **определенный вид (модальность) ощущений.**

- 2. Высокая чувствительность к адекватному раздражителю - это способность рецепторов возбуждаться при действии **слабых по интенсивности адекватных раздражителей.**
- Мерой абсолютной чувствительности рецепторов является абсолютный порог раздражения – *минимальная энергия стимула, вызывающего возбуждение рецептора.*

- 3. Высокая специализация рецепторов одной модальности –

Способность рецепторов реагировать не на весь диапазон адекватных стимулов, а только на определенные их параметры.



## 4. Способность к адаптации

- **Адаптация сенсорных рецепторов** – это процесс **уменьшения** или прекращения их активности по мере действия раздражителя постоянной интенсивности.
- При адаптации повышается абсолютной порог чувствительности рецепторов, но снижается дифференциальный порог.

**По способности к адаптации все рецепторы делятся на:**

- - быстроадаптирующиеся
- - медленноадаптирующиеся
- - практически неадаптирующиеся (проприорецепторы, вестибулорецепторы)



**Адаптация тонических ( А ),  
промежуточных ( Б ) и  
фазных рецепторов ( В )  
к длительно  
действующему  
раздражителю постоянной  
силы**

***Медленноадаптирующиеся и неадаптирующиеся*** рецепторы имеют тоническую импульсацию и называются тоническими.

***Быстроадаптирующиеся*** рецепторы работают в фазовом режиме и называются фазными (тельце Пачини).

# **Функции рецепторов**

- Обнаружение;**
- Кодирование;**
- Различение.**

# ОБНАРУЖЕНИЕ СИГНАЛОВ

- - это трансформация (преобразование) физической и химической энергии раздражителя в импульсную активность (ПД).

## Этапы:

- Действие раздражителя → Генерация рецепторного потенциала → Распространение рецепторного потенциала

## Закономерности преобразования энергии внешнего раздражителя в серию нервных импульсов:

- чем выше сила действующего раздражителя, тем больше амплитуда РП;
- чем больше амплитуда РП, тем больше частота нервных импульсов.

Слабый раздражитель

Раздражитель



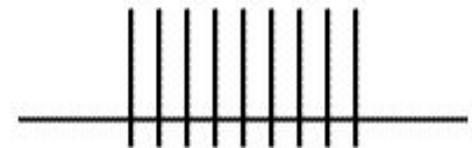
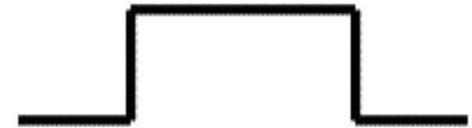
Рецепторный потенциал



Нервные импульсы



Сильный раздражитель



# КОДИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАЗДРАЖИТЕЛЯ

- Кодирование – это процесс преобразования какой-либо информации в условный код – упорядоченный набор символов.
- В анализаторах информация о раздражителе кодируется и передается в виде электрических сигналов (ПД) по принципу бинарного кода:  
**да/нет.**
- Выделяют 2 основных принципа кодирования:
  1. **Временное**
  2. **Пространственное**

# Временное кодирование

- Временное кодирование – информация кодируется в виде определенной пачки ПД.
- Информационное значение **имеет серия (пачка) ПД**, а конкретно ее временной рисунок, который зависит от параметров раздражителя:
  1. частота импульсов,
  2. длительность пачки или количество импульсов в пачке,
  3. длительность интервала между пачками и периодичность их следования.
- Пространственно-временные распределения электрической активности нервных волокон принято называть паттернами. Pattern – «образец».

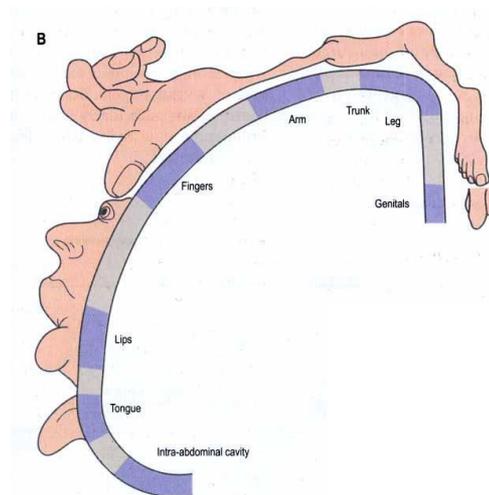
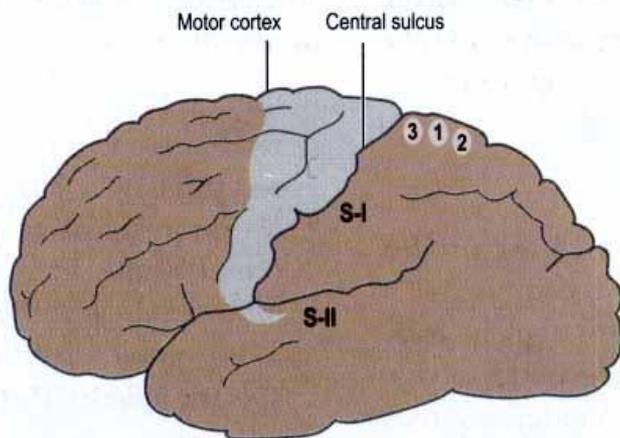
# Пространственное кодирование

- Пространственное кодирование – информация кодируется количеством и определенной топографией нервных волокон, приносящих возбуждение в ЦНС.

- **КОДИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ  
СЕНСОРНЫХ ОЩУЩЕНИЙ**

# Кодировании модальности и качества

- 1. Кодирование мечеными линиями (пространственный принцип);
- 2. Кодирование определенным паттерном возбуждения



# Кодирование интенсивности

Более сильное раздражение вызывает более сильное ощущение.

**Осуществляется 2 способами:**

1. Частотой импульсов в отдельных нервных волокнах (временное кодирование);
2. Числом рецепторов, участвующих в ответе (пространственное кодирование). Основа – разная возбудимость рецепторов.

## **Кодирование места, формы и размеров**

- Происходит по пространственному принципу. Данный способ кодирования хорошо выражен в зрительной и сомато-сенсорной системах.

## **Кодирование длительности раздражения**

Существует 2 способа:

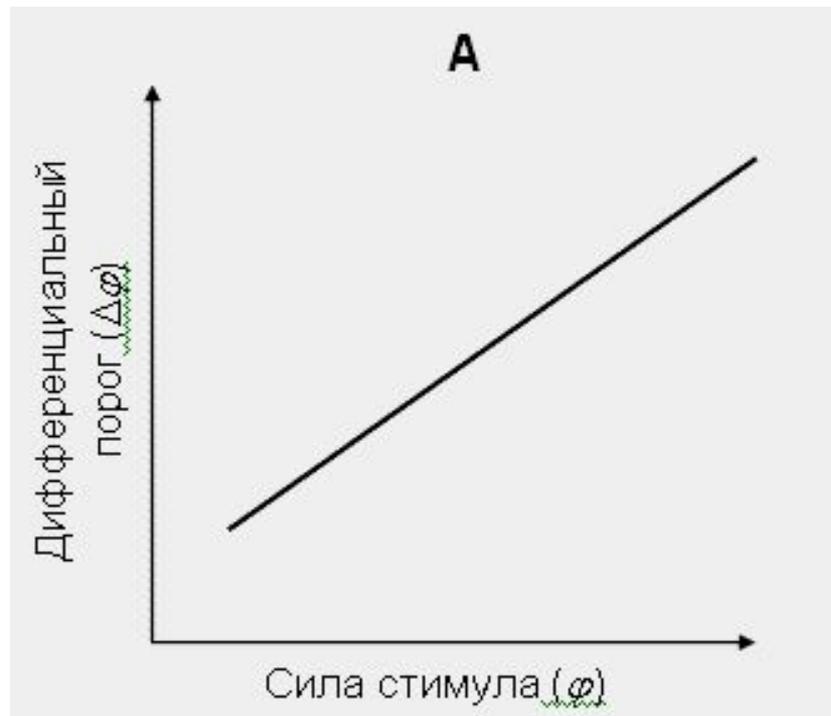
- 1. Кодирование длительностью нейронного разряда. Способ характерен для медленно адаптирующихся рецепторов по принципу «длительность ответа - длительность раздражения»
- 2. Кодирование ответом «начало-конец», который свидетельствует о начале и окончании действия стимула. Способ характерен для быстроадаптирующихся рецепторов.

- **РАЗЛИЧЕНИЕ  
СИГНАЛОВ**

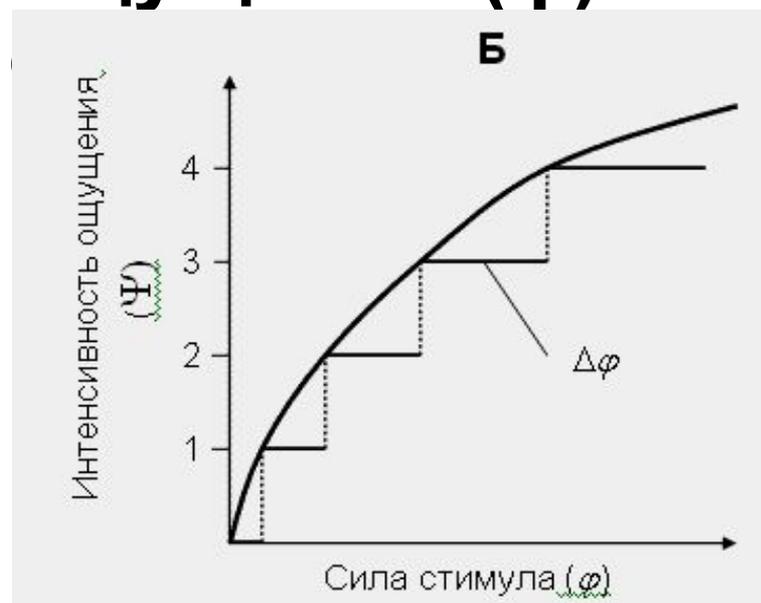
# Различение интенсивности

- **Различение интенсивности** стимулов происходит в соответствии с законом **Вебера-Фехнера**.
- Рецепторы могут различить по интенсивности два стимула в том случае, если разница между ними не менее **дифференциального порога – величина, на которую один стимул должен отличаться от другого, чтобы их разница воспринималась человеком.**
- **Пример:** не менее 2% от первоначального уровня для зрительного анализатора и 3-10% для соматосенсорного и обонятельного анализаторов.

- Вебер: Минимальное различимое изменение интенсивности стимуляции ( $\Delta\varphi$ ) составляет постоянную долю ( $c$ ) ее исходной интенсивности ( $\varphi$ ):
- **$\Delta\varphi = c \cdot \varphi$  или  $c = \Delta\varphi / \varphi$**



- Фехнер предложил использовать дифференциальные пороги для измерения субъективных ощущений и построения шкалы **интенсивности ощущений ( $\psi$ )**. Психофизический закон Фехнера: зависимость между **интенсивностью ощущения ( $\psi$ )** и **интенсивностью**
- $\Psi = k \cdot \log (\Delta\varphi/\varphi)$



# Различение пространственных параметров

- **Пространственное различение стимулов** возможно в том случае, если между возбужденными при их действии рецепторами находится хотя бы один невозбужденный, т.е. воздействия не должны сливаться в пространстве.
- Мерой пространственного различения является **пространственный порог различения или пространственный дифференциальный порог** - минимальное расстояние между объектами, при котором они воспринимаются отдельно.
- Пространственный порог зависит от **плотности рецепторов**

# Различение временных параметров

- Для временного различения раздражителей важно, чтобы они не сливались во времени, т.е. второй раздражитель не должен попадать в абсолютную рефрактерность, оставшуюся от предыдущего.