

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Федеральное государственное образовательное
учреждение высшего и профессионального
образования

Сибирский федеральный
университет

кафедра медицинской биологии

Общая физиология сенсорных систем

Красноярск 2016

ФУНКЦИЙ АНАЛИЗАТОРОВ (СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ)

1. Рецепция сигнала – преобразование энергии стимула в импульсную активность нейронов (или потенциалы действия нейронов или рецепторный потенциал (кодирование))
2. Передача информации о стимуле к центральным отделам нервной системы (многократным преобразованием и перекодированием информации)
3. Идентификация (абсолютная оценка) и классификация (относительная оценка) свойств сигнала, результатом является опознание образа.

АНАЛИЗАТОР



периферический
центральный
отдел

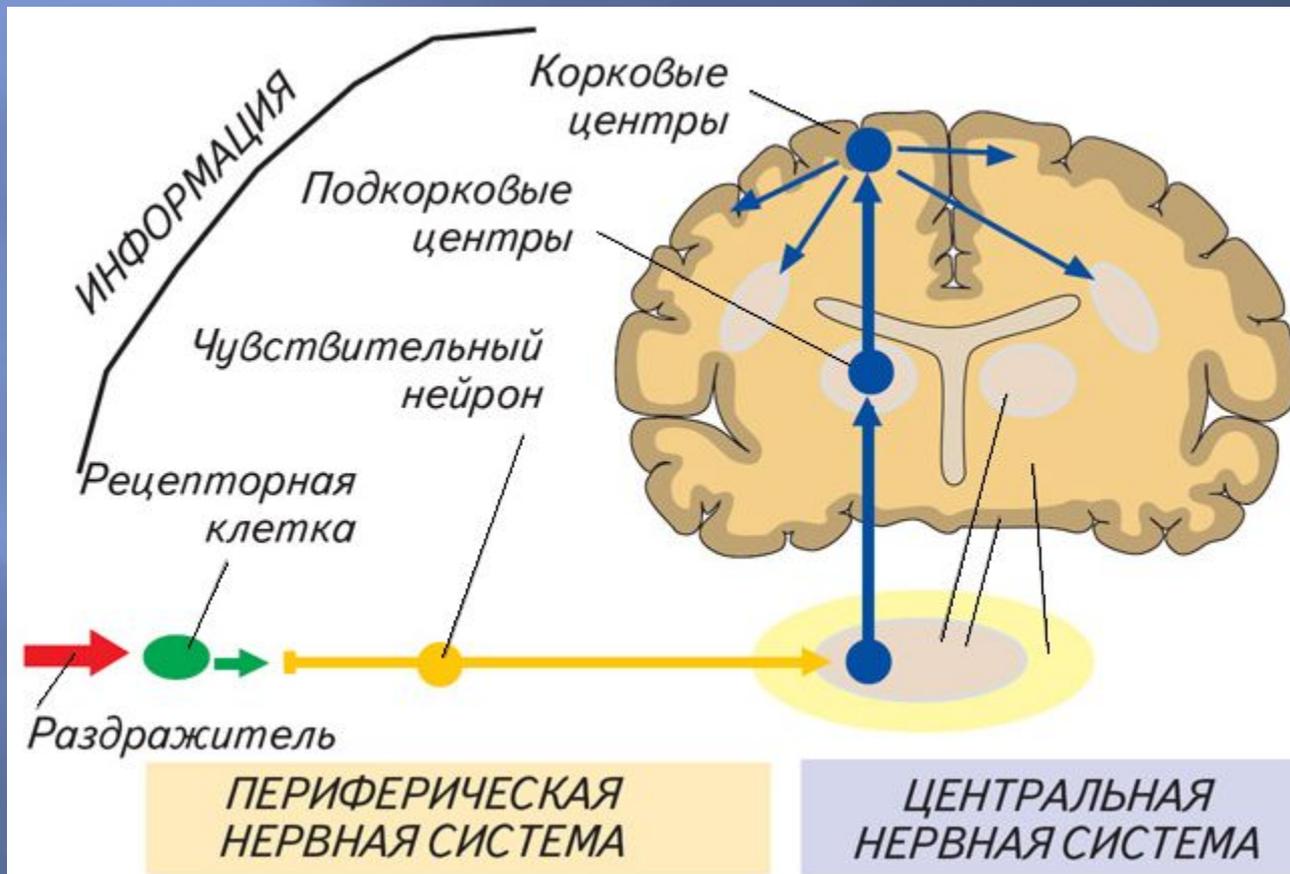


проводниковый
отдел



отдел

Строение сенсорной системы



Рецепторы

```
graph TD; A[Рецепторы] --> B[по виду адекватных раздражителей: механорецепторы, фоторецепторы, терморецепторы, хеморецепторы]; A --> C[по качеству ощущений: зрительные, слуховые, обонятельные, тактильные, вкусовые]; A --> D[по контакту с раздражителем: первичные (тактильные), вторичные (зрительные)]; A --> E[по скорости адаптации: слабо адаптирующиеся, быстро адаптирующиеся, смешанные]; A --> F[по функциональным характеристикам: спонтанные и молчащие, мономодальные и полимодальные];
```

по виду адекватных раздражителей:
механорецепторы
фоторецепторы
терморецепторы
хеморецепторы

по качеству ощущений:
зрительные
слуховые
обонятельные
тактильные
вкусовые

по контакту с раздражителем:
первичные (тактильные)
вторичные (зрительные)

по скорости адаптации:
слабо адаптирующиеся
быстро адаптирующиеся
смешанные

по функциональным характеристикам:
спонтанные и молчащие
мономодальные и полимодальные

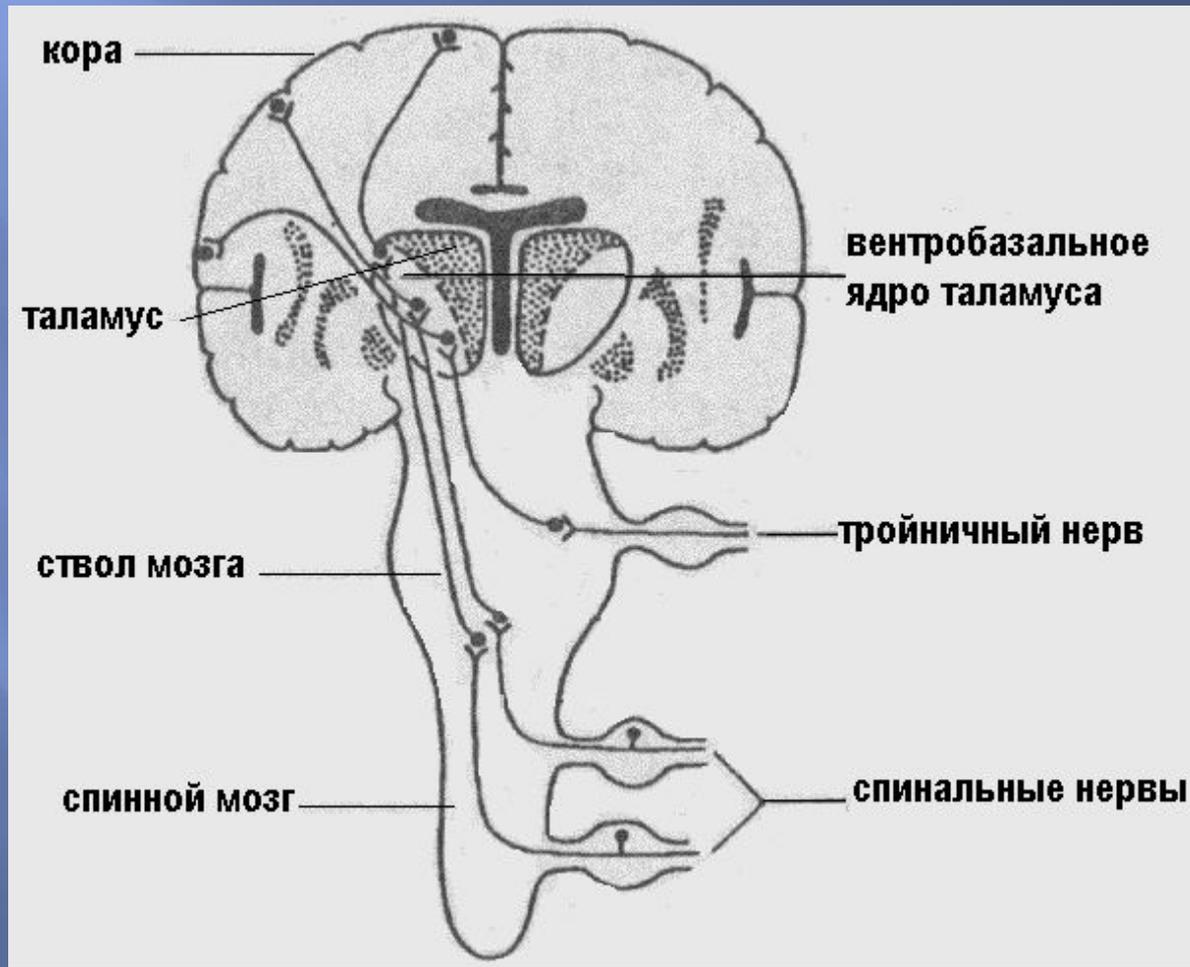
Рецепторы

- Стимулы, вызывающие оптимальный ответ сенсорного органа, называются адекватными.

Торможение в рецепторах

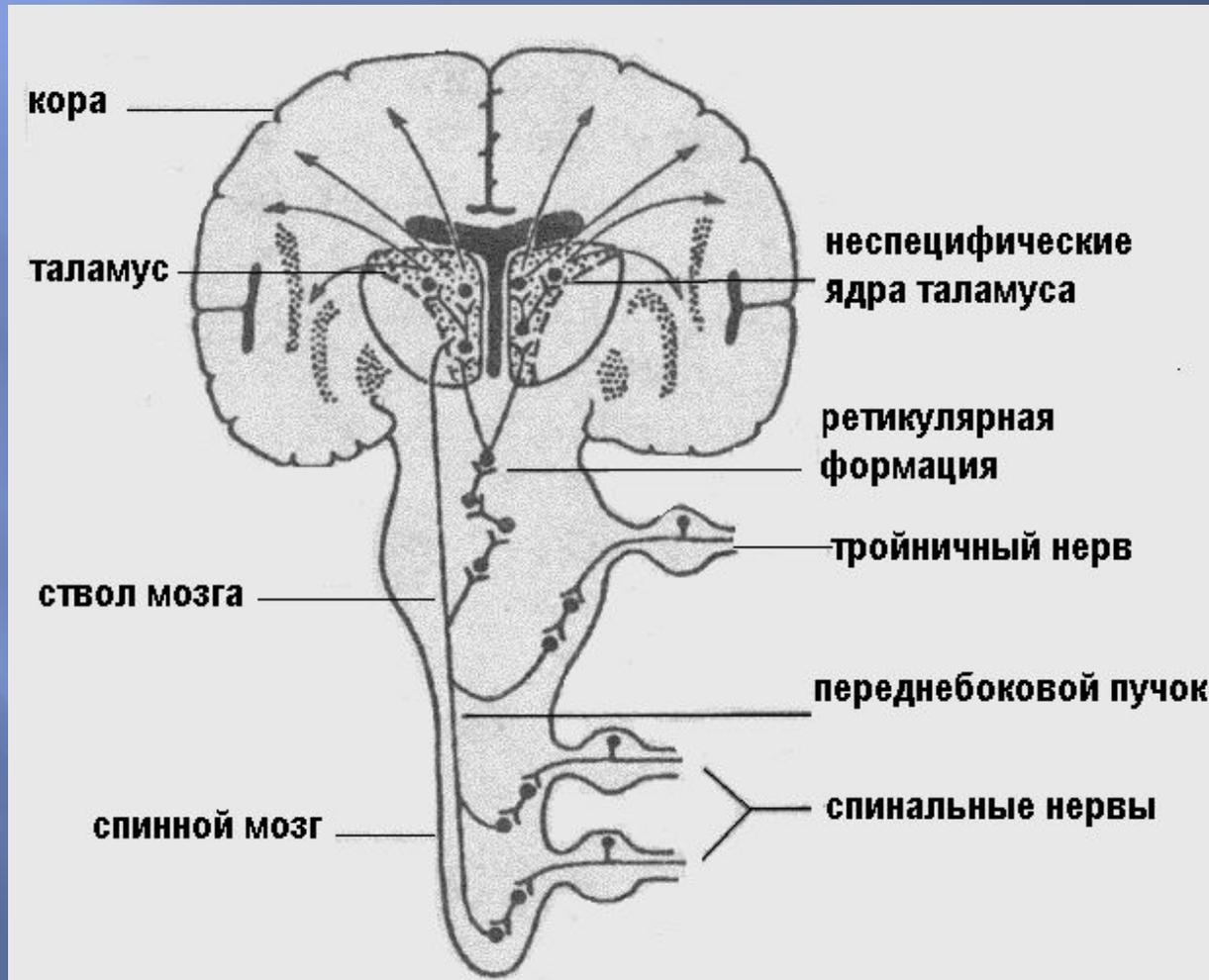
- **Латеральное торможение** осуществляется между соседними сенсорными клетками. Благодаря такому тормозному взаимодействию предотвращается «растекание» возбуждения по нервной сети, происходит своеобразное увеличение контраста, т.е. степени перепада между возбужденными и невозбужденными нейронами.
- **Возвратное торможение** ограничивает верхний предел частоты импульсации при увеличении интенсивности стимула на входе, автоматически контролируя усиление реакции нейрона.
- **Эфферентное торможение** реализуется через тормозные нисходящие пути от более высоких уровней сенсорной системы к нижележащим уровням.

СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ПУТЬ

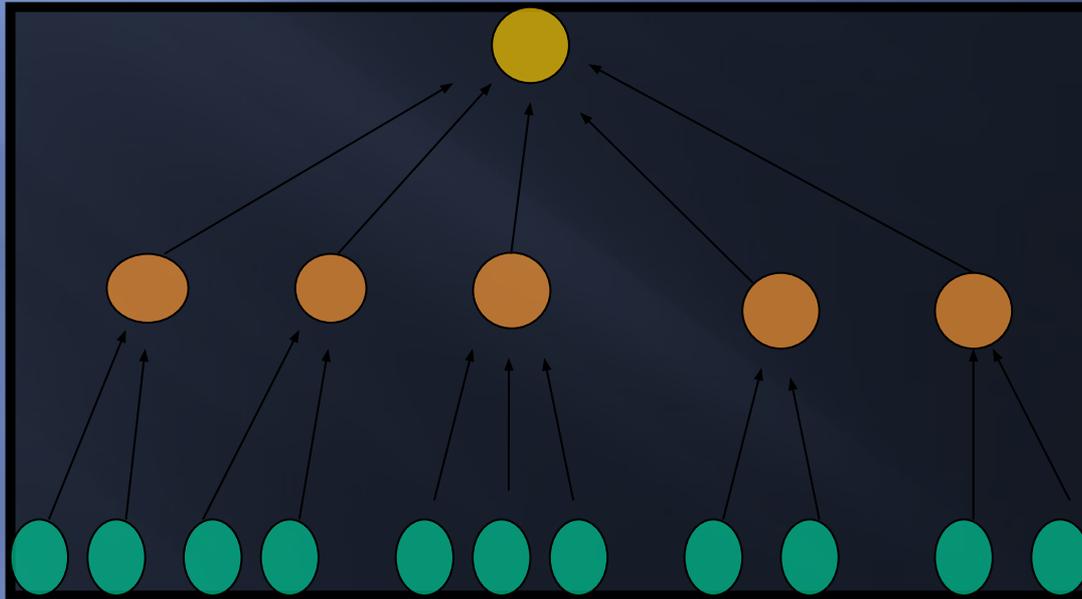


Передача и преобразование сигнала

НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЙ ПУТЬ

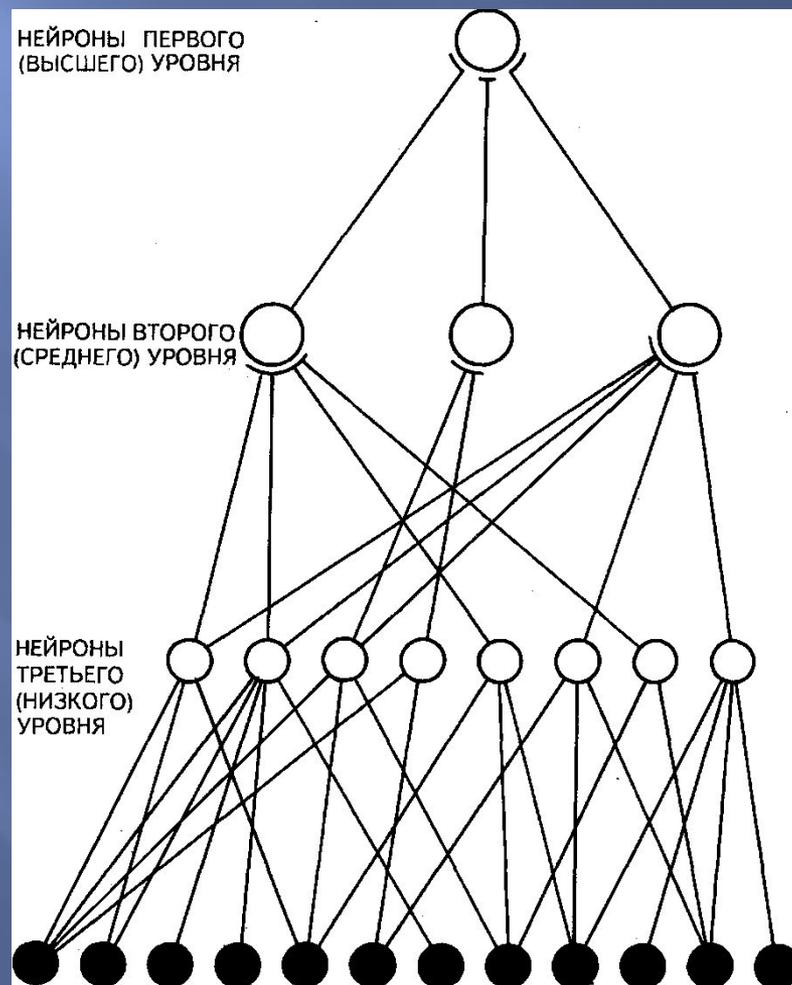


Схематичное изображение рецептивного поля нейрона

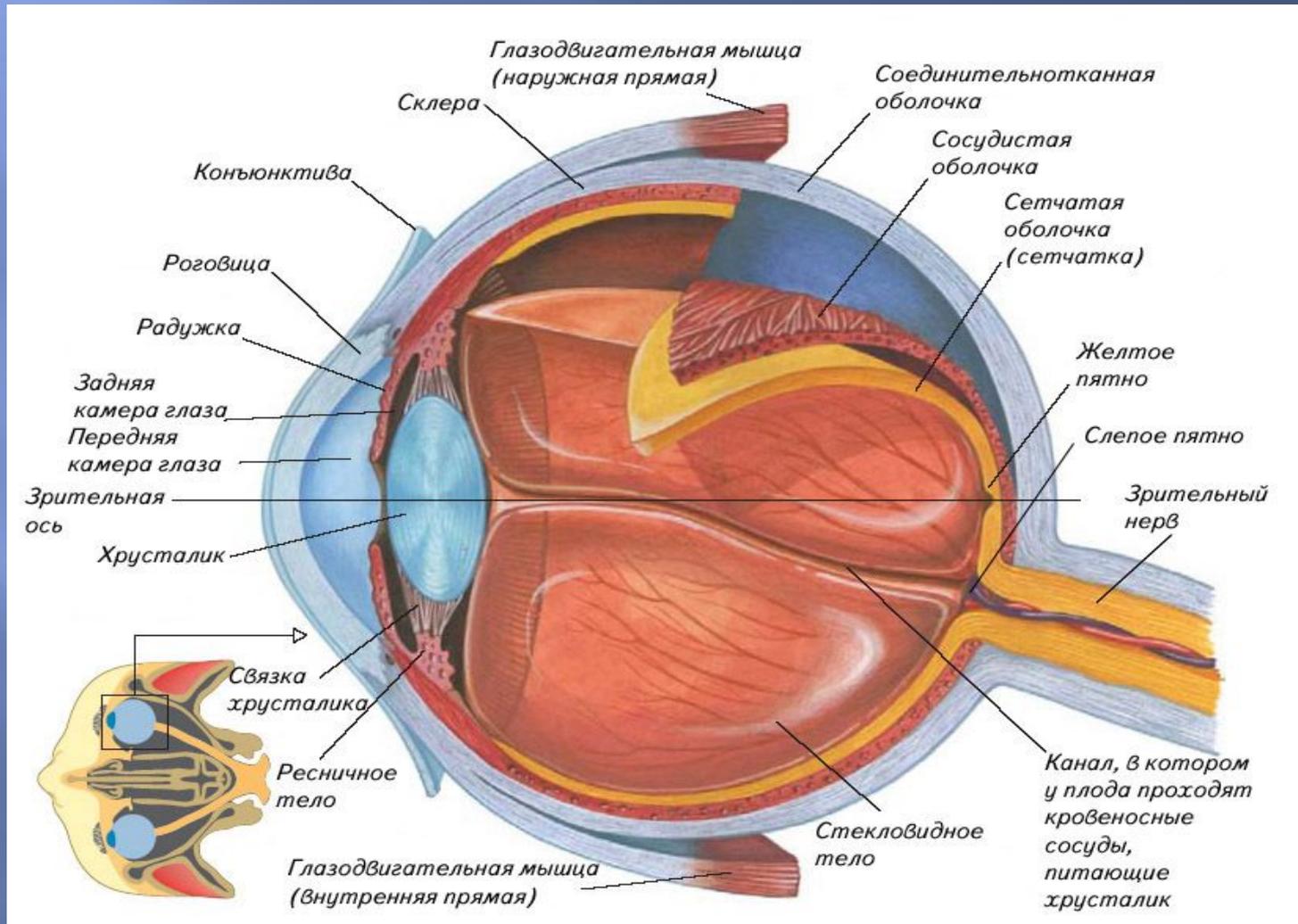


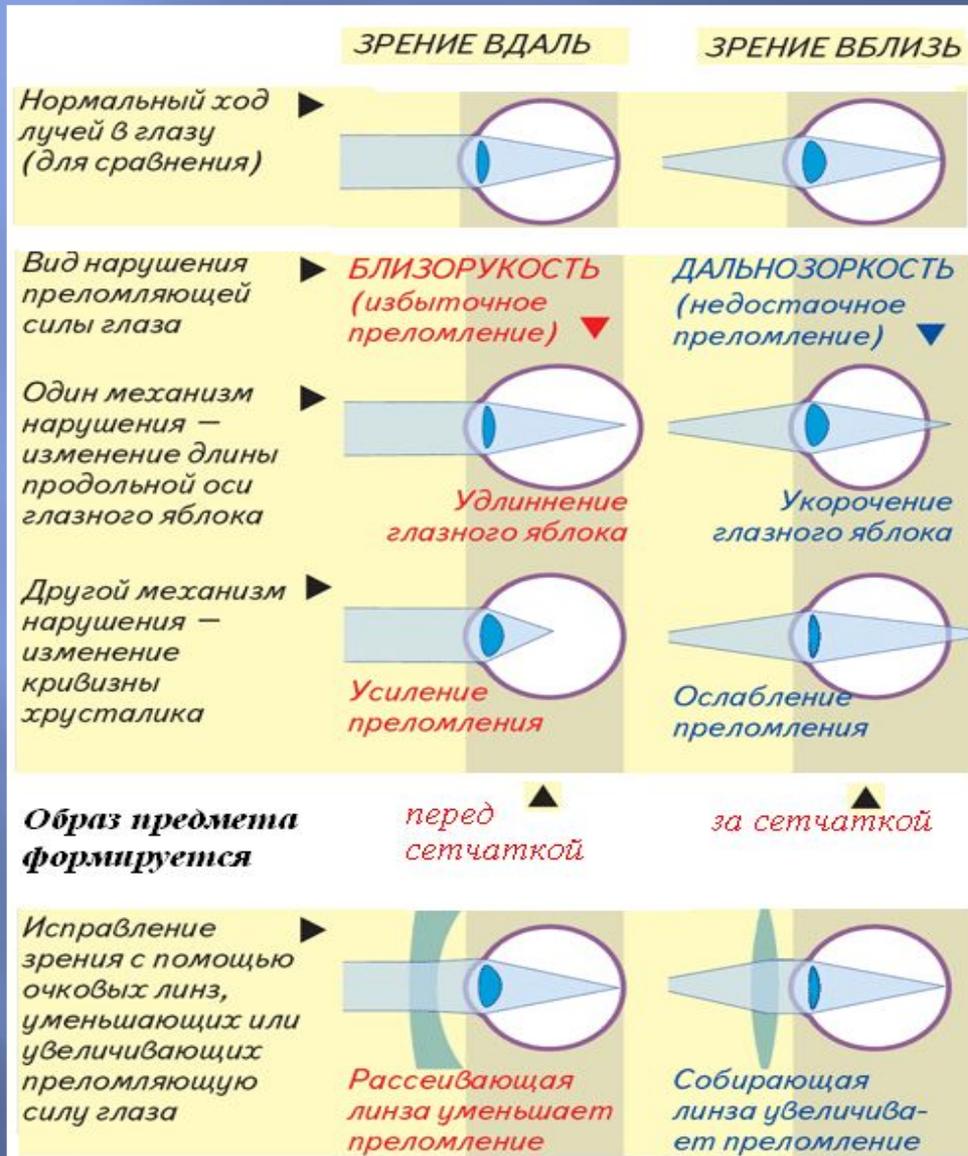
Рецептивное поле – это совокупность рецепторов, конвергирующих к одному афферентному нейрону.

Рецептивное поле



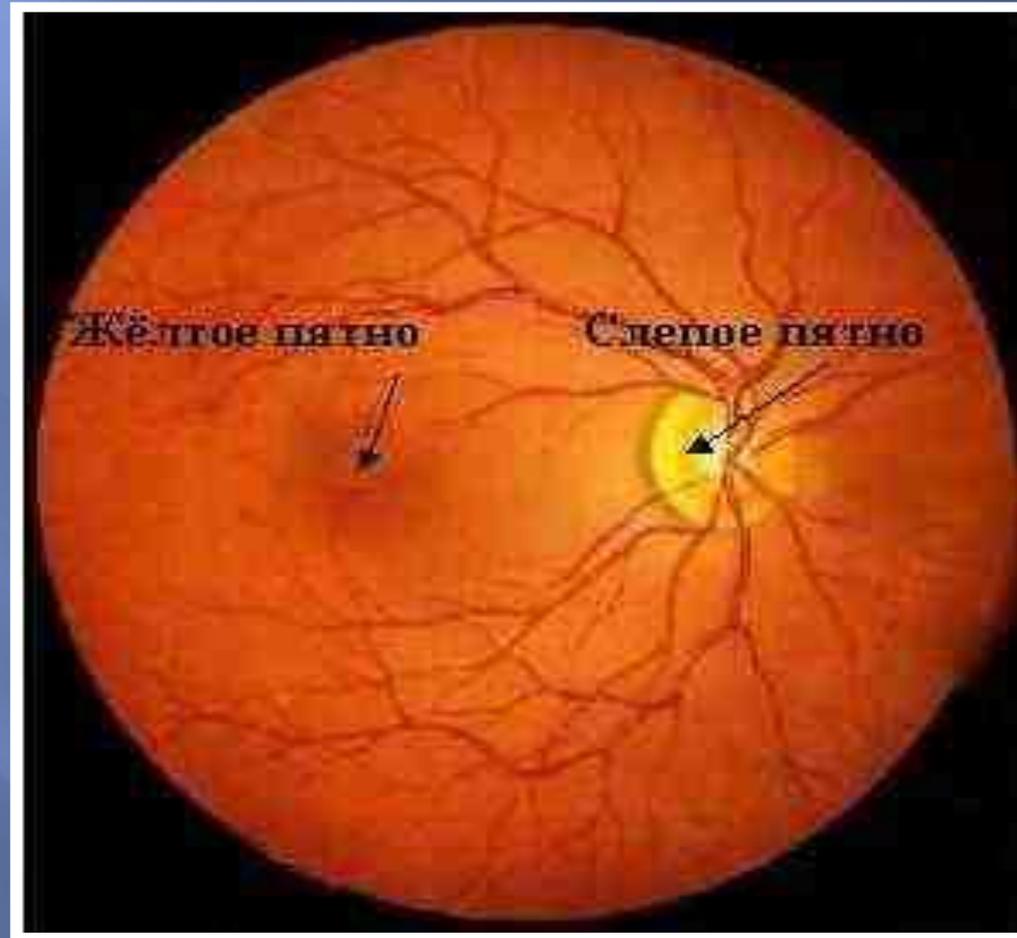
Сагиттальный разрез глаза





Виды рефракции и их компенсация

Фотография глазного дна



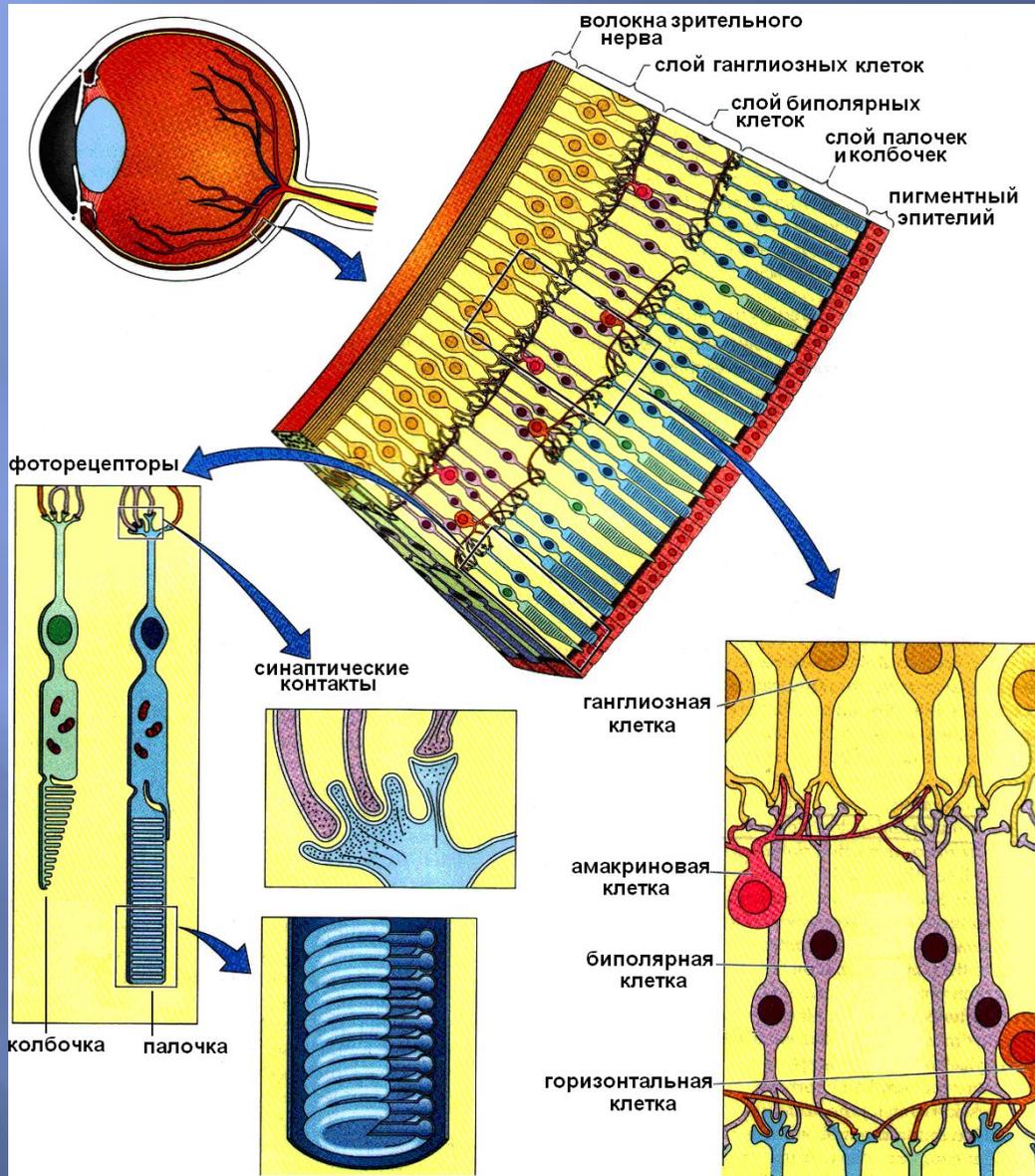


Схема строения сетчатки

Зрительный анализатор

- ▣ Частота – величина, обратная длине волны, определяет окраску света.
- ▣ Амплитуда волны – **интенсивность** – обеспечивает яркость.
- ▣ Диапазон интенсивностей, воспринимаемых человеческим глазом, – около 10^{16} (до 160 дБ).

Интенсивность световой волны, дБ

- ▣ 160 - Болевой порог
- ▣ 140 - Солнечный свет
- ▣ 80 - Белая бумага при свете настольной лампы
- ▣ 40 - Наименьшее освещение, при котором различимы цвета
- ▣ 20-0 - Пороговая освещенность для темно-адаптированного глаза

Адаптация

- При низкой интенсивности света развивается **темновая адаптация**, сопровождающаяся **повышением чувствительности зрительной системы к свету**. Длительность **полной темновой адаптации** – 30 минут.
- При **увеличении освещенности** окружающей среды происходит **световая адаптация**, которая завершается за 15 – 60 секунд.

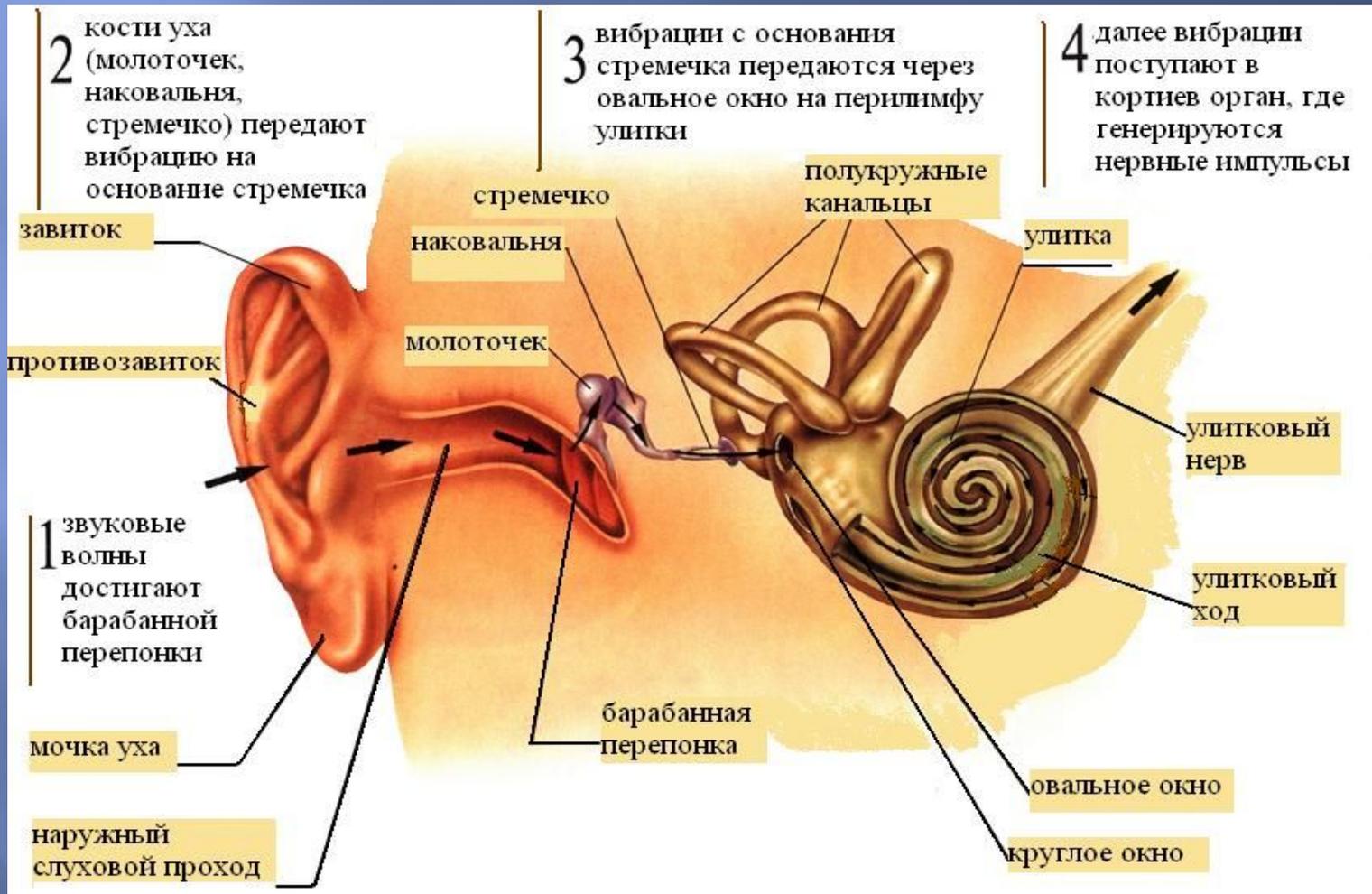
- ▣ Чем короче зрительный стимул, тем большую интенсивность он должен иметь.
- ▣ Частота вспышек, при которой ряд последовательных вспышек воспринимается как непрерывный свет, называется критической частотой слияния мельканий.
- ▣ При средней интенсивности света она составляет 16 – 20 раз в секунду.

- ▣ Палочки воспринимают свет и обеспечивают зрение в условиях ясной ночи – **скотопическое зрение.**
- ▣ Колбочки, воспринимаемая цвет, функционируют при ярком свете – **фотопическое зрение.**
- ▣ В сумерках не преобладает ни та, ни другая рецепторная система – **мезопическое зрение.**

Зрительное восприятие

- ▣ Родопсин (палочки), максимум поглощения в области 500 нм.
- ▣ Среди колбочек различают три типа: одни имеют максимум поглощения в синей части спектра – 430 – 470 нм, другие в зеленой – 500 – 530 нм, третьи в красной – 620 – 760 нм.
- ▣ Наличие трех типов пигментов (колбочки): йодопсина, хлоролаба и эритлаба.

Схема проведения звука



Слуховой анализатор

- ▣ Звуковые волны характеризуются частотой и амплитудой.
- ▣ Частота определяет высоту звука.
- ▣ Второй характеристикой звука, которую различает слуховая система, является сила или интенсивность (громкость) звука, которая зависит от амплитуды звуковых колебаний. Единицей измерения громкости звука является бел, хотя в практике обычно используется децибел (дБ), т.е. 0,1 бела.
- ▣ Диапазон слышимых частот: человек различает звуковые волны с частотой от 15 до 20000 Гц. Звуки с частотой ниже 20 Гц – инфразвуки и выше 20000 Гц – ультразвуки, человеком не ощущаются.
- ▣ Человек, в дневное время суток, может слышать звуки громкостью от 10-15 дБ и выше.

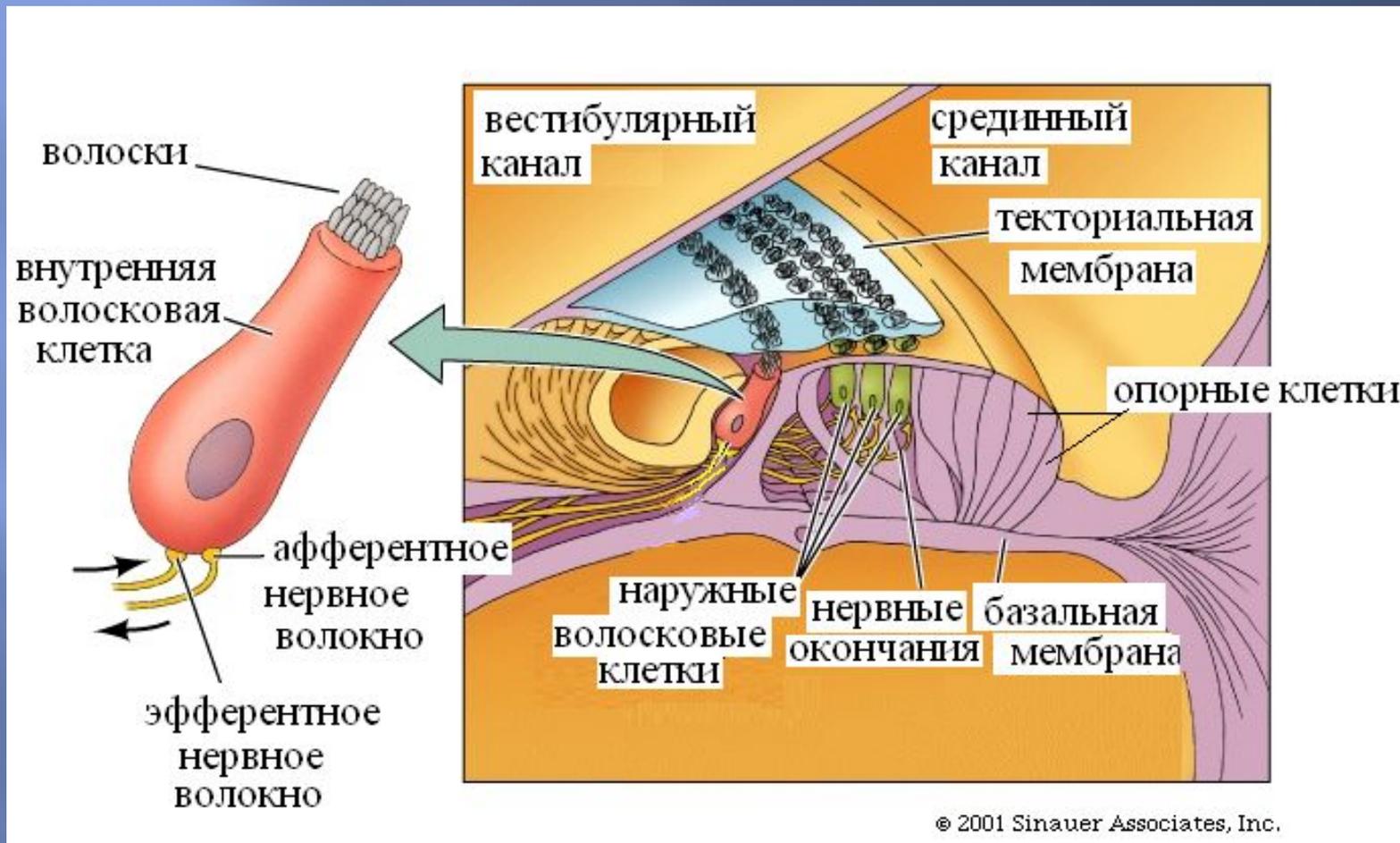
Влияние шума

- Порог воздействия - уровень звука, ниже которого опасность повреждения органа слуха минимальна.
- Порог опасности - уровень звука, выше которого возможно повреждение органа слуха и возникает опасность глухоты.
- - порог воздействия - 85 дБ;
- - порог опасности - 90 дБ.

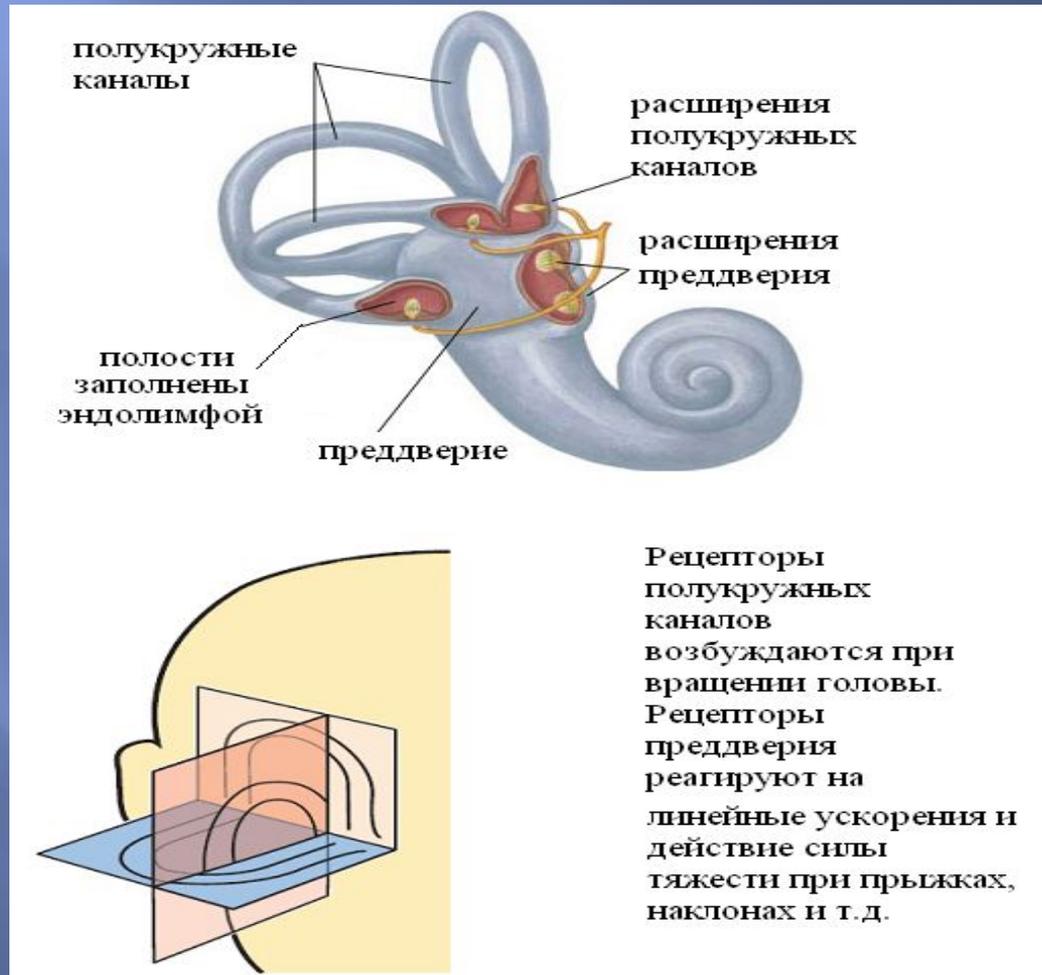
Интенсивность шума

- ▣ 10 дБ - шёпот;
- ▣ 20 дБ - норма шума в жилых помещениях;
- ▣ 40 дБ - тихий разговор;
- ▣ 50 дБ - разговор средней громкости;
- ▣ 70 дБ - шум пишущей машинки;
- ▣ 80 дБ - шум работающего двигателя грузового автомобиля;
- ▣ 100 дБ - громкий автомобильный сигнал на расстоянии 5-7 м;
- ▣ 110 дБ - шум работающего трактора на расстоянии 1 м;
- ▣ 120-140 дБ - порог болевого ощущения;
- ▣ 150 дБ - взлёт самолёта;
- ▣ Давление свыше 140 дБ может вызвать разрыв барабанной перепонки или баротравму.

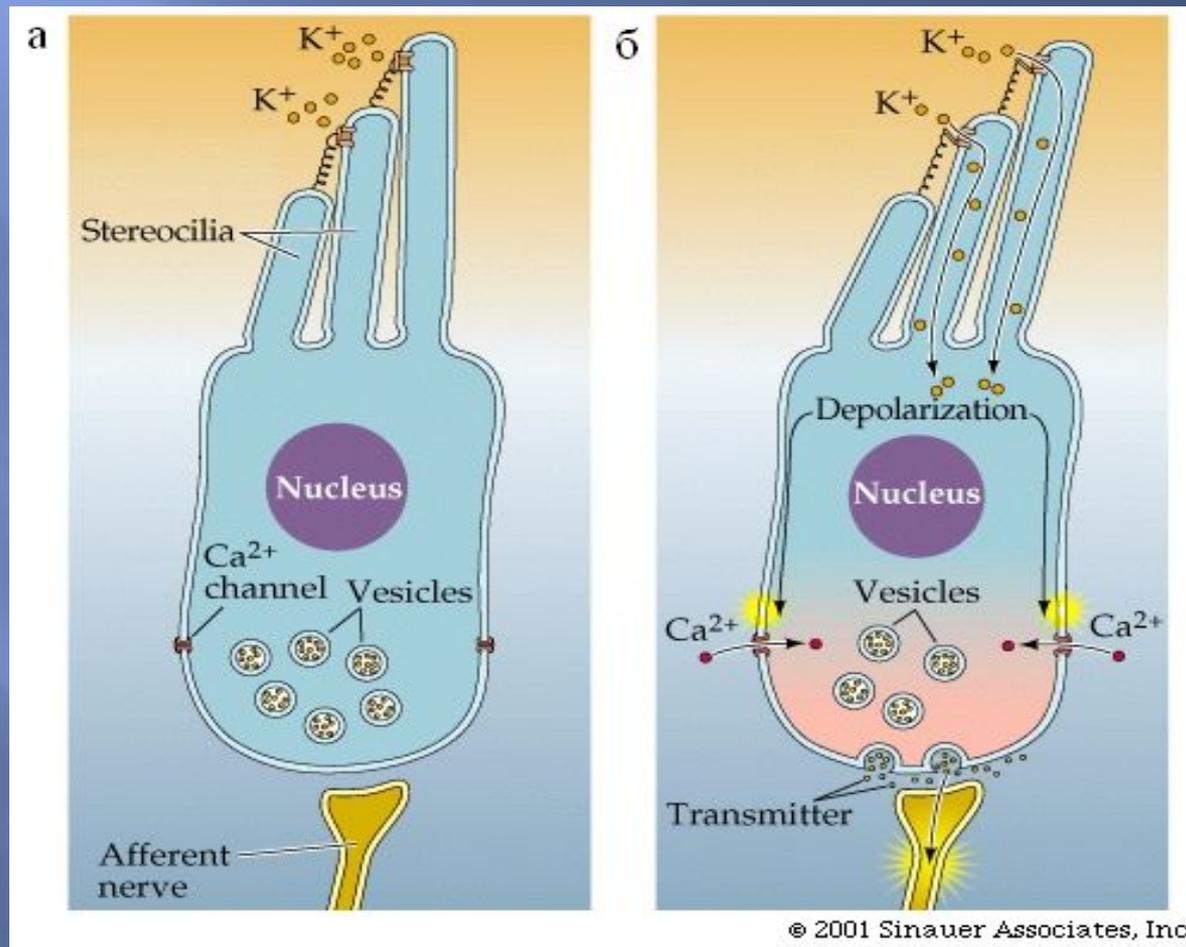
Кортиев орган



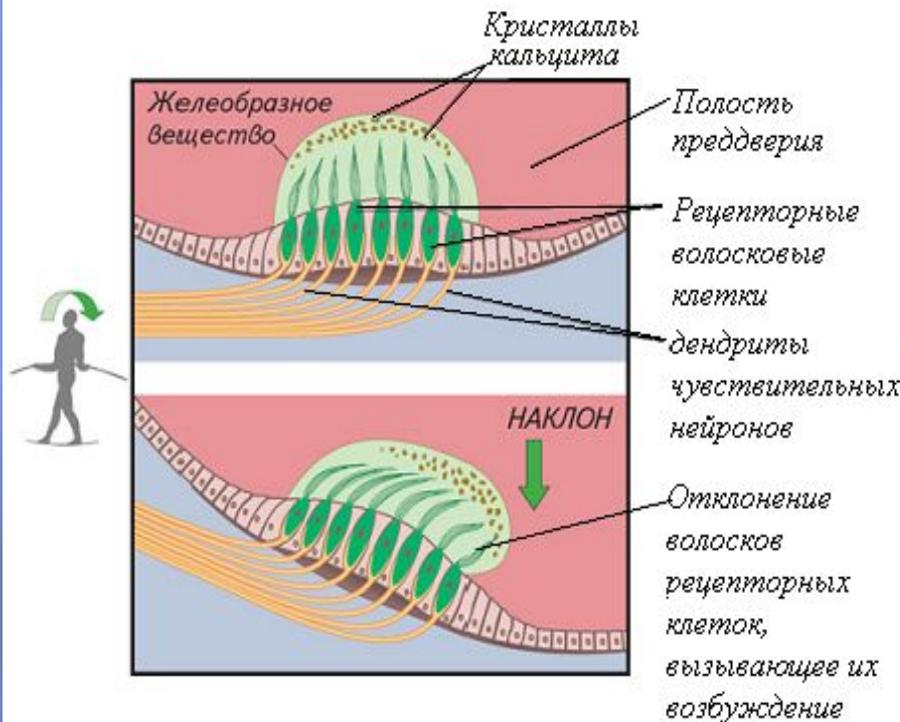
Вестибулярный орган



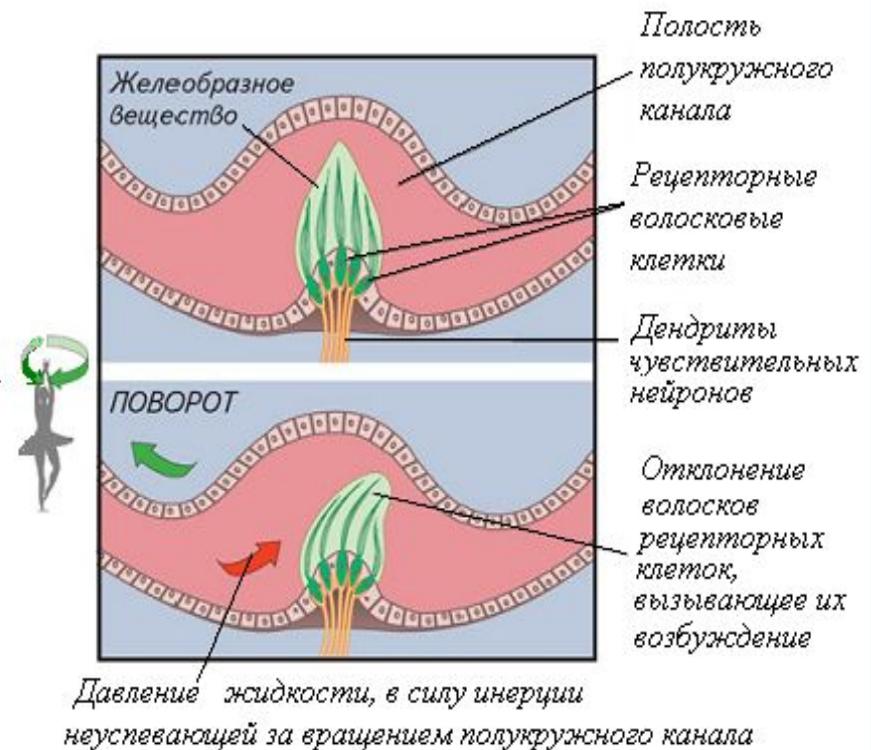
Возникновение рецепторного потенциала в волосковых клетках



Реакция рецепторных клеток вестибулярного органа на движение

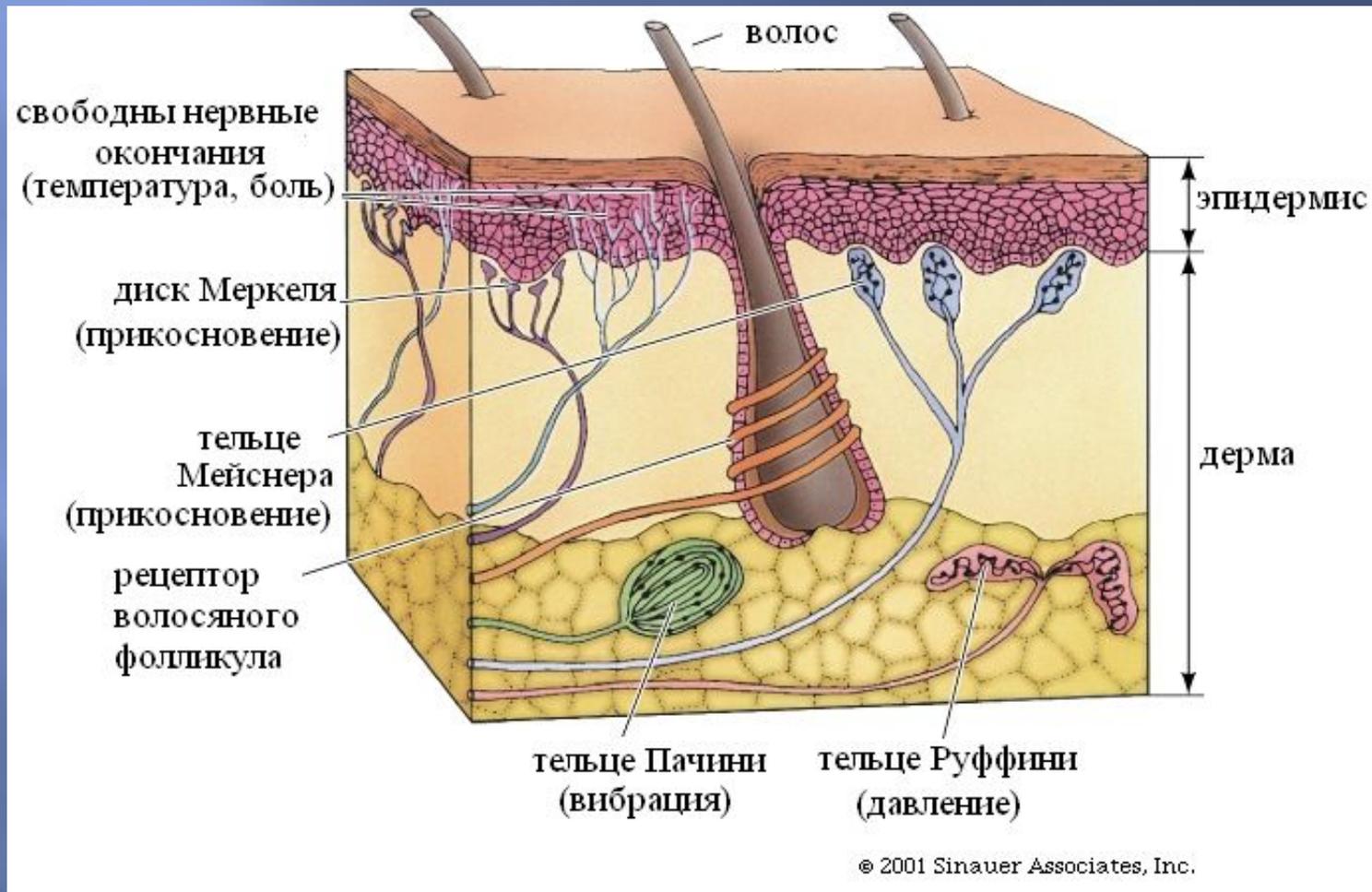


Рецепторы преддверия реагируют на линейные ускорения и на изменения действия силы тяжести при прыжках, наклонах и т.п.



Рецепторы полукружных каналов реагируют на движение с угловым ускорением при вращении головы

Рецепторы кожной чувствительности



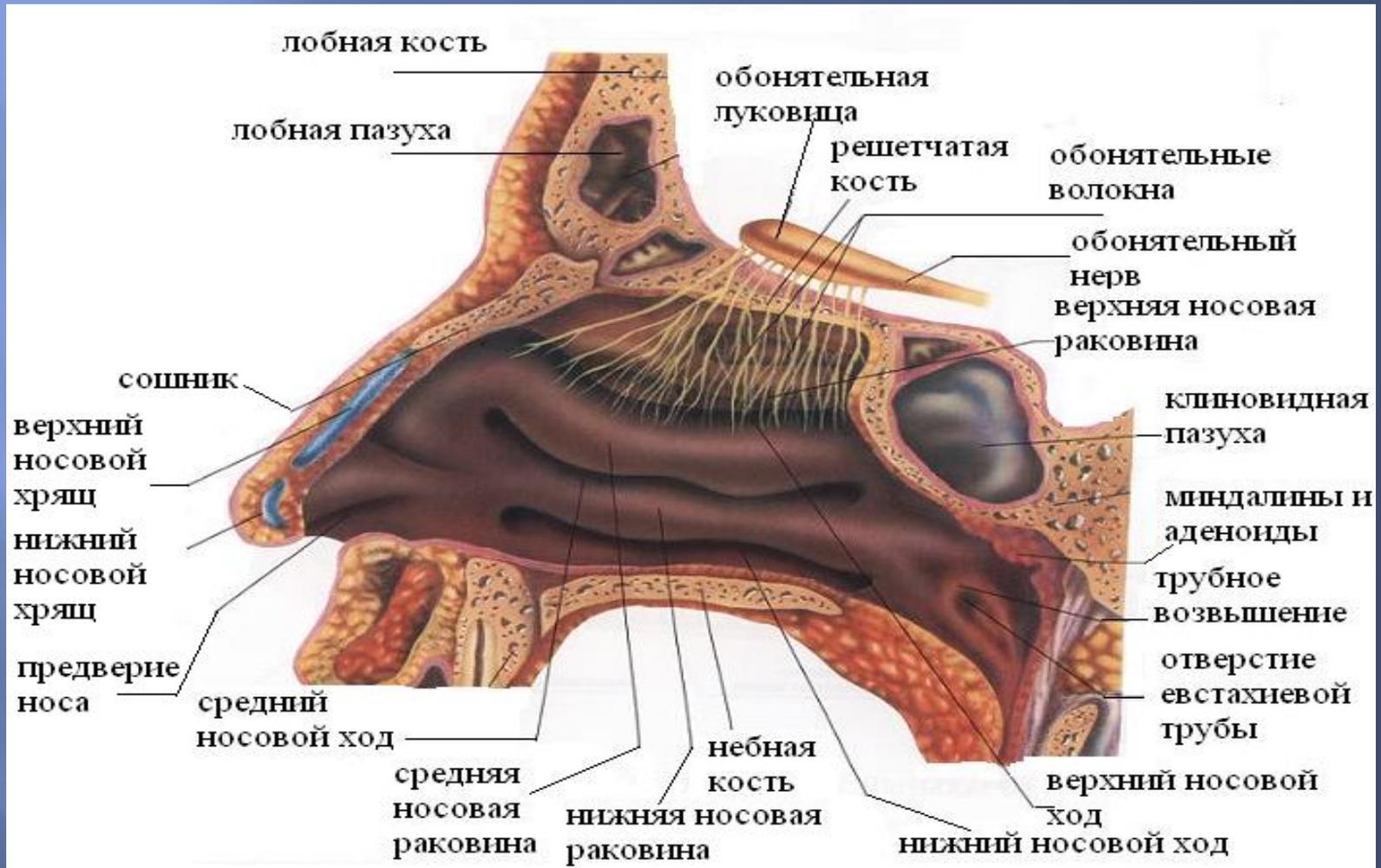
Рецепторы кожной чувствительности

- **Рецепторы давления** воспринимают силу механических воздействий. Морфологически они представлены в голой коже **клетками Меркеля**; в волосистой коже – колоколообразными **тельцами Руффини**.
- **Рецепторы прикосновения** или датчики скорости – это **тельца Мейсснера**, имеющиеся в голой и волосистой коже.
- **Рецепторы вибрации** или датчики ускорения – это **тельца Паччини**, представляющие собой луковицу, внутри которой расположено свободное окончание (дендрит) афферентного нейрона.

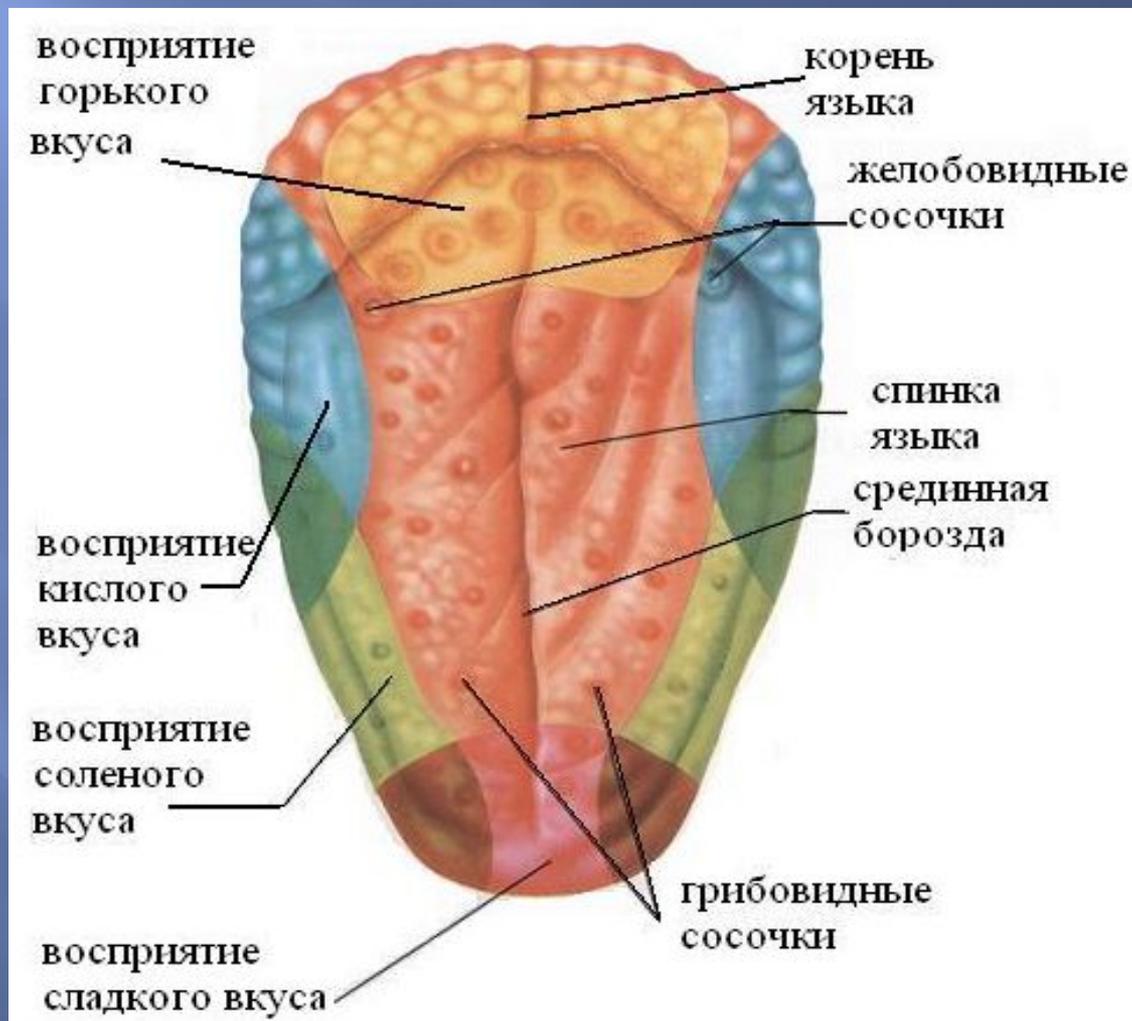
Расположение рецепторов проприорецептивной чувствительности



Орган обоняния



Верхний вид языка с областями вкуса



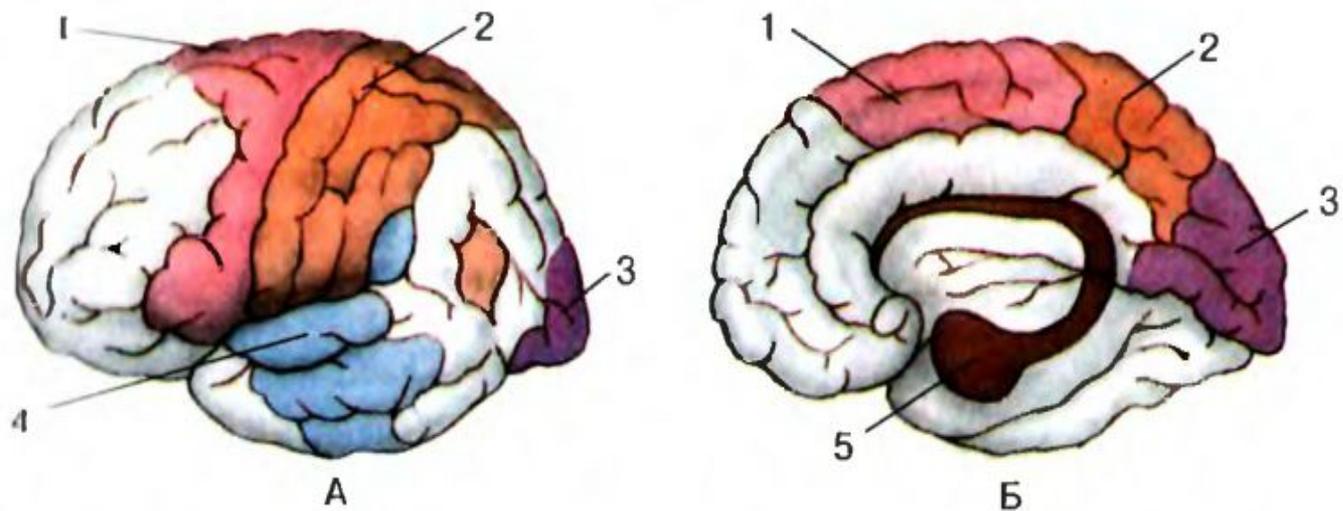


Рис. 96. Основные зоны коры больших полушарий головного мозга человека с наружной (А) и внутренней (Б) сторон:

1 — двигательная; 2 — кожно-мышечной чувствительности;
3 — зрительная; 4 — слуховая; 5 — обонятельная и вкусовая

Тепловой анализатор

- ▣ Реакция на холодовые стимулы – колбы Краузе, на тепловые – тельца Руффини.

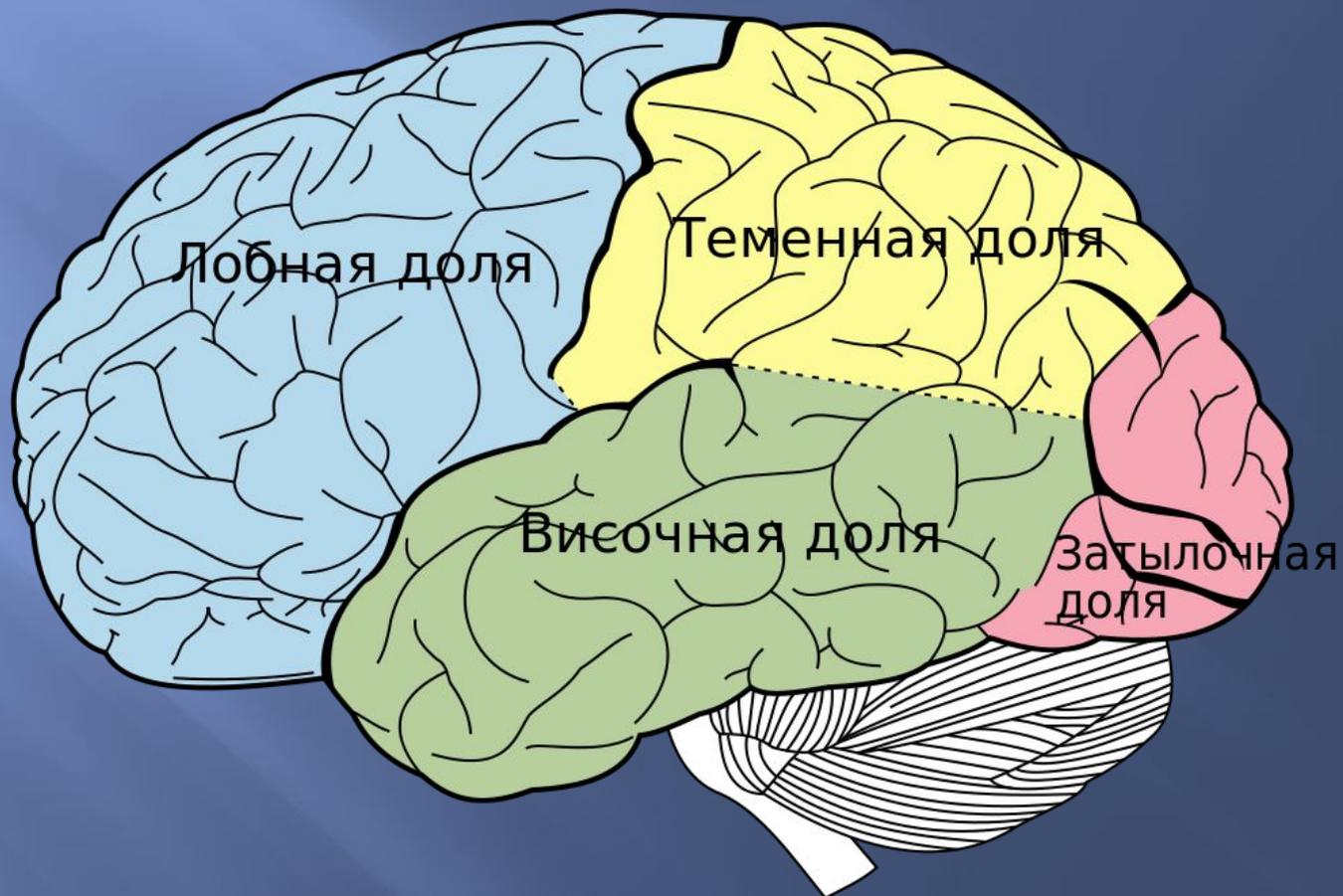
Болевой анализатор (ноцицептивный анализатор)

- 1) соматосенсорная кора – центральный отдел
- 2) лобная кора – самооценка боли (когнитивный компонент), формирует целенаправленное поведение;
- 3) лимбическая система (поясная извилина, гиппокамп, зубчатая извилина, миндалевидный комплекс височной доли) - формирование эмоционального компонента боли, вегетативные, соматические и поведенческие реакции.

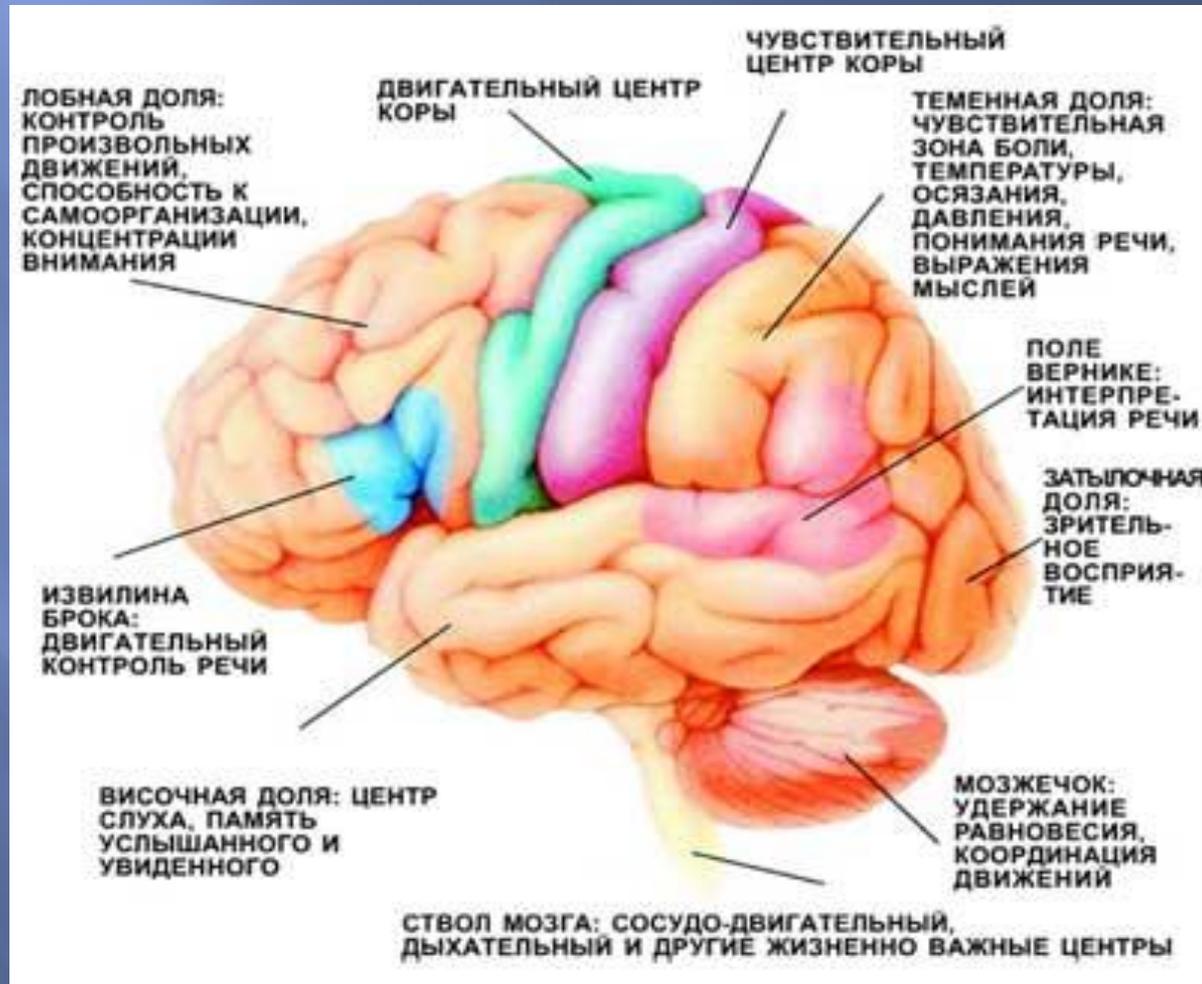
Висцеральный анализатор

- ▣ висцерорецепторы (интерорецепторы), расположенные в стенках сосудов и в различных органах и тканях;
- ▣ механо-, хемо- и терморецепторы;
- ▣ механорецепторы: баро-, волюмо- и осморецепторы, рецепторы растяжения.

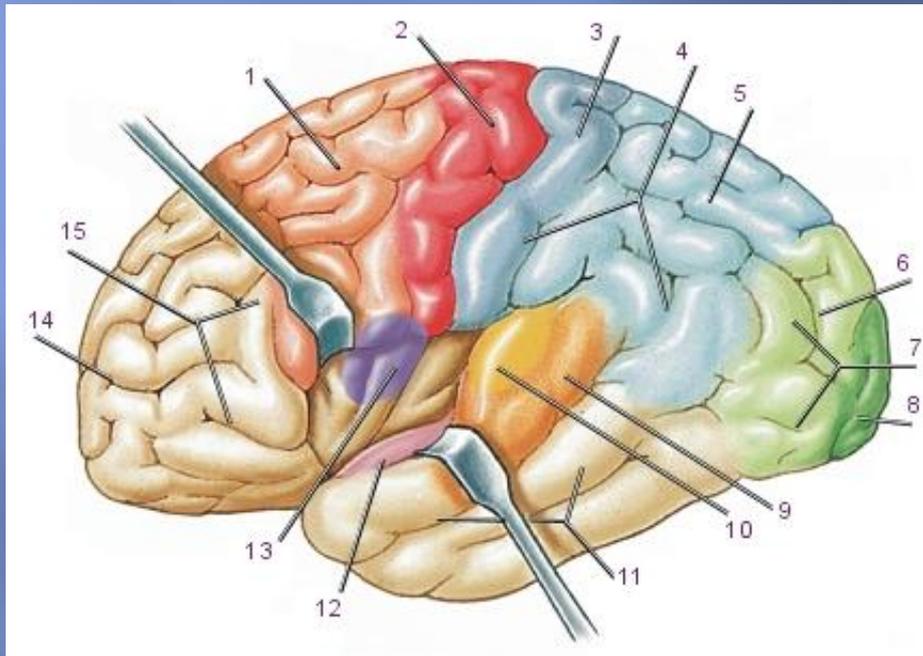
Кора больших полушарий



Функциональные зоны коры больших полушарий

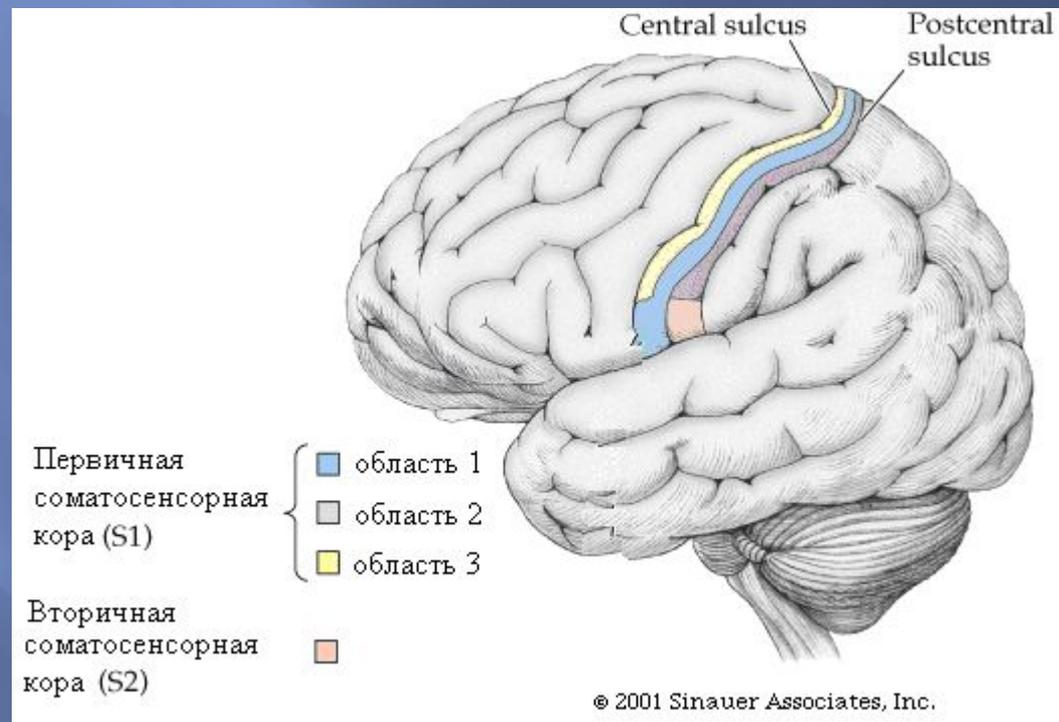


Функциональные зоны (первичные и вторичные) коры больших полушарий



Обозначения:	
1. Ассоциативная двигательная зона.	8. Первичная зрительная зона.
2. Первичная двигательная зона.	9. Ассоциативная слуховая зона.
3. Первичная соматосенсорная зона.	10. Первичная слуховая зона.
4. Теменная доля больших полушарий.	11. Височная доля больших полушарий.
5. Ассоциативная соматосенсорная зона.	12. Обонятельная кора.
6. Ассоциативная зрительная зона.	13. Вкусовая кора.
7. Затылочная доля больших полушарий.	14. Предлобная ассоциативная зона.
	15. Лобная доля больших полушарий.

Соматосенсорная зона коры б.п.



Цитоархитектонические поля Бродмана

