

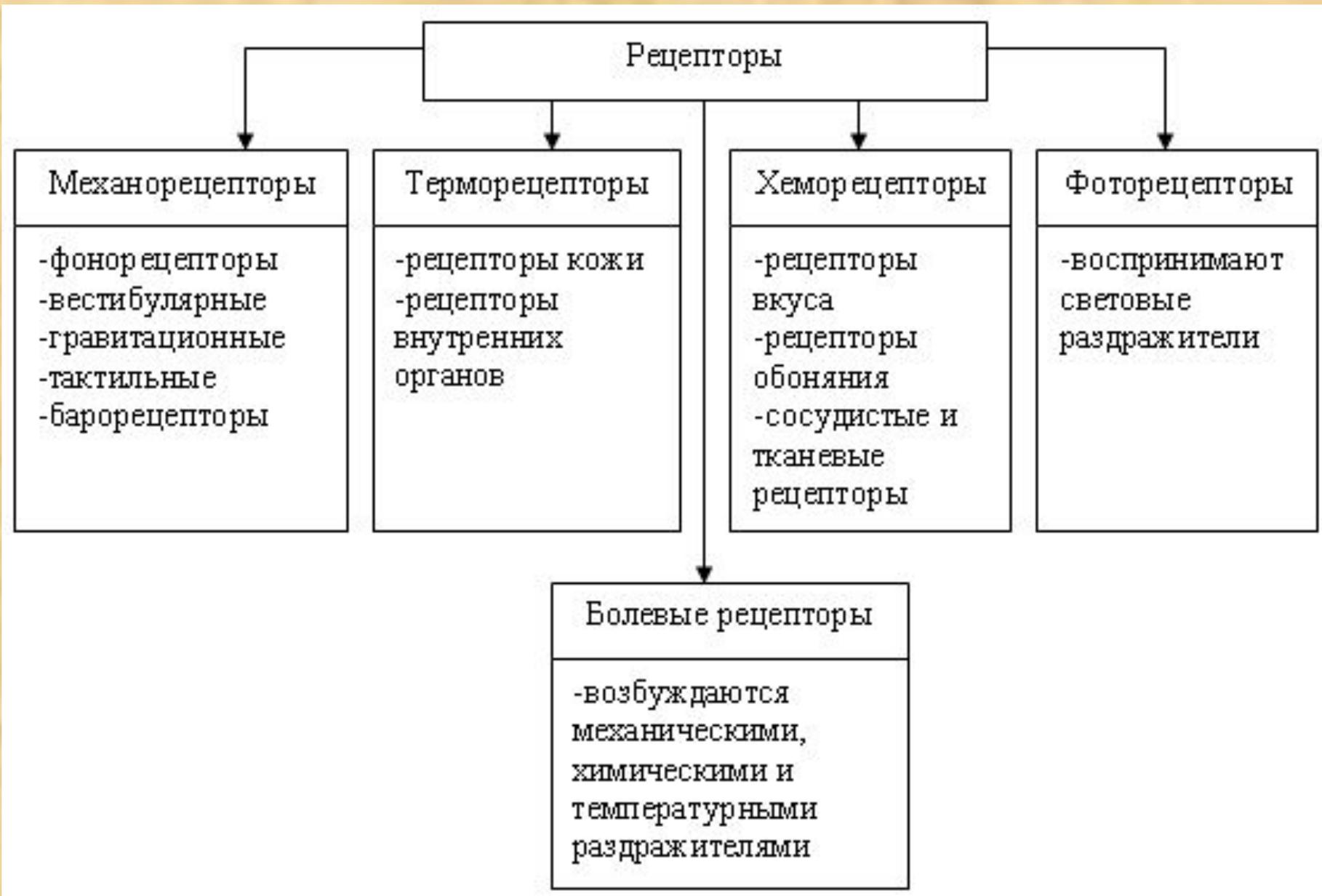
**Сенсорные системы (анализаторы)  
в обеспечении защиты организма  
от опасных и вредных факторов  
окружающей среды**

**Сенсорные системы или анализаторы (функциональный блок приема и переработки сенсорной информации) – это совокупность <sup>1)</sup> сенсорных рецепторов, <sup>2)</sup> специализированных вспомогательных аппаратов и <sup>3)</sup> многочисленных нейронов мозга, которые участвуют в обработке информации о сигналах внешнего или внутреннего мира.**

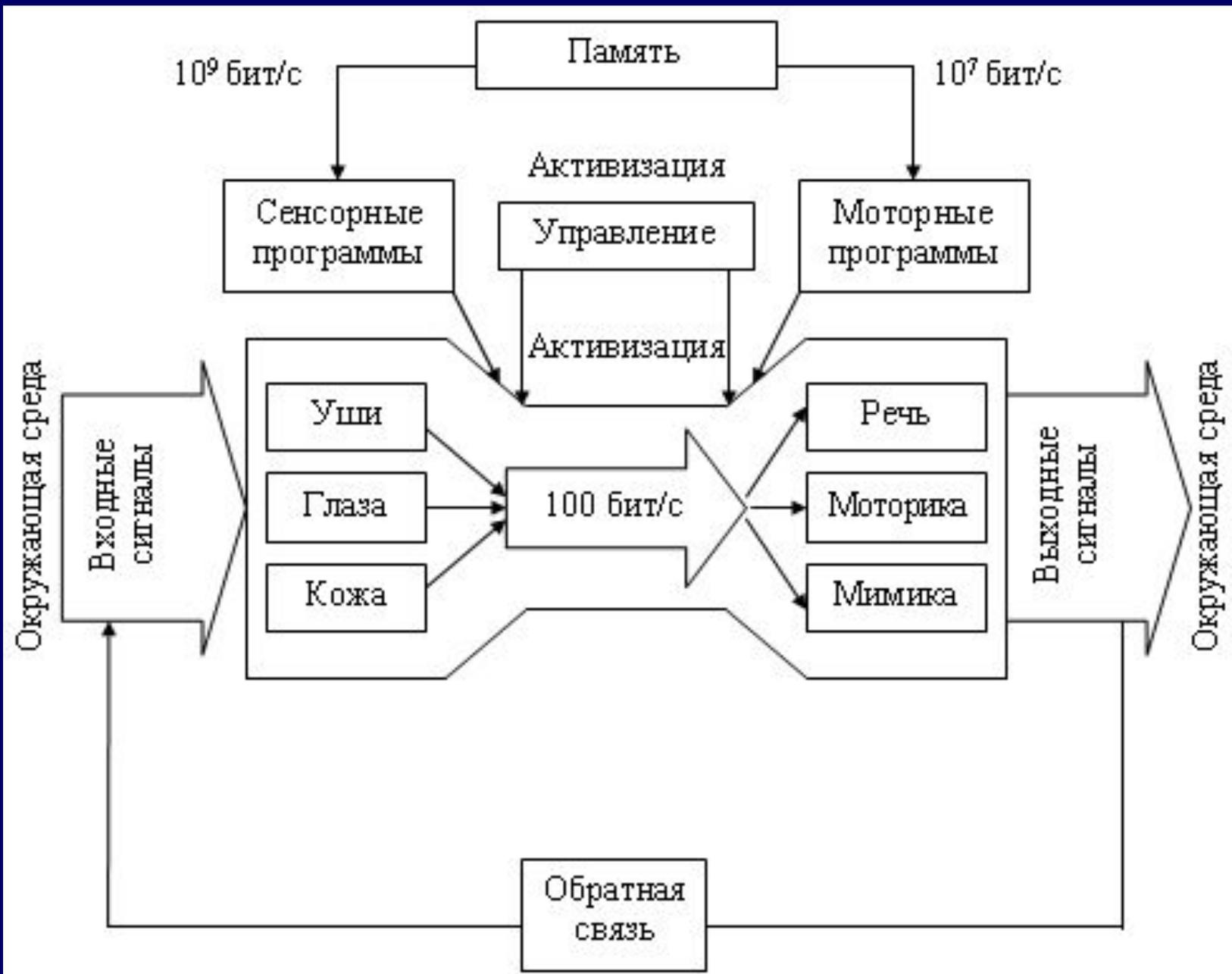
**С физиологической точки зрения сенсорная система выполняет следующие основные функции (операции) с сигналами – <sup>1)</sup> обнаружение и первичное различение сигналов (восприятие соответствующими по модальности сенсорными рецепторами внешней для мозга физической и химической энергии), <sup>2)</sup> кодирование информации о сигнале, ее передачу и преобразование (участвуют нейроны всех уровней сенсорных систем); <sup>3)</sup> детектирование (избирательное выделение) признаков и опознание (идентификация) образов, обеспечиваемые нейронами коры больших полушарий.**

У человека выделяют **10 сенсорных систем** (анализаторов) – <sup>1</sup>зрительную, <sup>2</sup>слуховую, <sup>3</sup>вестибулярную, соматическую (в том числе <sup>4</sup>тактильную, <sup>5</sup>температурную и <sup>6</sup>ноцицептивную, или болевую), <sup>7</sup>проприоцептивную, <sup>8</sup>вкусовую, <sup>9</sup>обонятельную и <sup>10</sup>висцеральную (интероцептивную), формирующих соответствующие виды *ощущений* (чувств). В зрительной, слуховой, вестибулярной, соматической, вкусовой и обонятельной сенсорных системах периферические отделы устроены достаточно сложно и образуют **органы чувств** (*organa sensoria*) – соответственно зрения, слуха, гравитации, осязания, вкуса и обоняния. В структуре каждого анализатора можно выделить *три отдела*:

- **периферический отдел** – рецепторы, располагающиеся чаще всего в органах чувств, воспринимающие раздражения и преобразующие их в нервные импульсы;
- **проводниковый отдел** – нервные пути, по которым нервные импульсы передаются в кору больших полушарий головного мозга;
- **центральный отдел (нервные центры)** – это чувствительные зоны в коре головного мозга, преобразующие полученное раздражение в определенное ощущение.



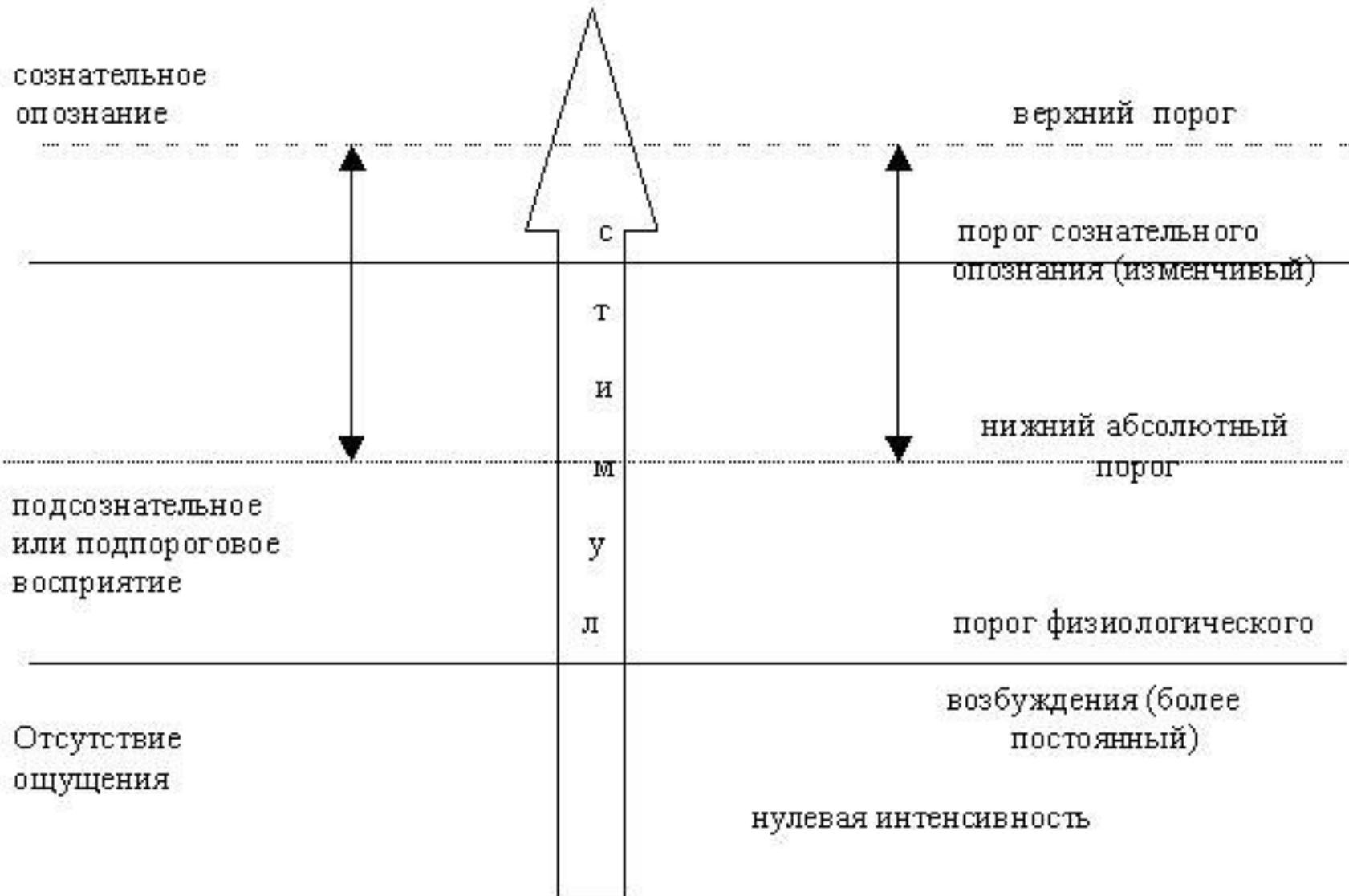
<b>Анализатор</b>	<b>Раздражитель</b>	<b>Время реакции, с</b>
<b>Болевой</b>	<b>Укол</b>	<b>0,13 - 0,89</b>
<b>Вестибулярный</b>	<b>Вращение</b>	<b>0,4 - 0,6</b>
<b>Вкусовой</b>	<b>Горький</b>	<b>1,08</b>
	<b>Сладкий</b>	<b>0,45</b>
	<b>Кислый</b>	<b>0,54</b>
	<b>Соленый</b>	<b>0,31</b>
<b>Зрительный</b>	<b>Свет</b>	<b>0,15-0,22</b>
<b>Слуховой</b>	<b>Звук</b>	<b>0,12-0,18</b>
<b>Тактильный</b>	<b>Прикосновение</b>	<b>0,09-0,22</b>
<b>Температурный</b>	<b>Тепло, холод</b>	<b>0,28-1,60</b>



## Системы анализаторов человека

<b>Наименование анализатора</b>	<b>Периферический отдел</b>	<b>Проводниковый отдел</b>	<b>Центральный отдел</b>
<b>Зрительный</b>	Рецепторы сетчатки глаза – палочки и колбочки	Зрительный нерв, проводящие пути головного мозга	Участок коры головного мозга в затылочной доле
<b>Слуховой</b>	Рецепторы внутреннего уха – Кортиев орган	Слуховой нерв, проводящие пути головного мозга	Участок коры головного мозга в височной доле
<b>Обонятельный</b>	Рецепторы носа – обонятельные клетки, расположенные в верхней части носа слизистой оболочки	Обонятельный нерв, проводящие пути головного мозга	Участок коры головного мозга в височной доле
<b>Вкусовой</b>	Рецепторы, заложенные в сосочках слизистой оболочки языка	Вкусовой нерв, проводящие пути головного мозга	Участок коры головного мозга в височной доле
<b>Соматический (кожный)</b>	Рецепторы кожи – тепловые, холодовые, болевые, тактильные	Чувствительные нервы, передающие возбуждение в ЦНС, проводящие пути спинного и головного мозга	Участок коры головного мозга в теменной доле
<b>Проприоцептивный</b>	Рецепторы, расположенные в суставах, связках, мышцах	Чувствительные нервы, передающие возбуждение в ЦНС, проводящие пути спинного и головного мозга	Участок коры головного мозга в теменной доле

Высокая интенсивность



Органы чувств	Величина абсолютного порога ощущения, представленная в виде условий, при которых возникает едва заметное ощущение данной модальности
Зрение	Способность воспринимать ясной темной ночью пламя свечи на расстоянии до 27 км от глаза
Слух	Различение тикания ручных часов в полной тишине на расстоянии до 6 метров
Вкус	Ощущение присутствия одной чайной ложки сахара в 8 л воды
Запах	Ощущение наличия духов при одной лишь их капле в помещении, состоящем из 6 комнат
Осязание	Ощущение движения воздуха, производимого падением крыла мухи на поверхность кожи с высоты около 1 см

Вид ощущений	Значение константы Вебера
Ощущение изменения высоты звука	0,003
Ощущение изменения яркости света	0,017
Ощущение изменения веса предметов	0,020
Ощущение изменения громкости звука	0,100
Ощущение изменения давления на поверхность кожи	0,140
Ощущение изменения вкуса соляного раствора	0,200

**Закон Бугера-Вебера** – психофизический закон, выражающий постоянство отношения приращения величины раздражителя ( $\Delta I$ ), породившего едва заметное изменение силы ощущения к его исходной величине ( $I$ ):

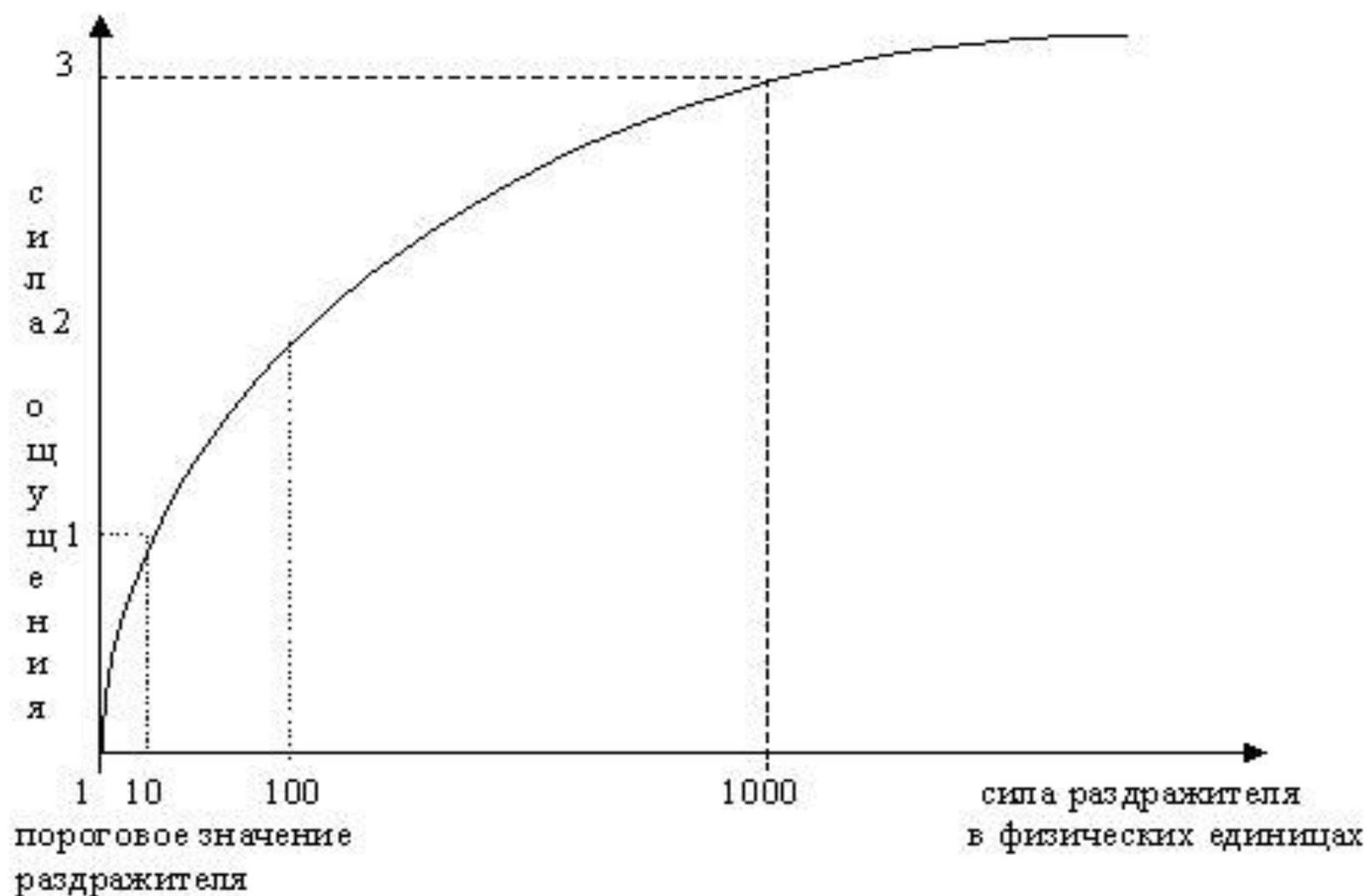
$\Delta I / I = K$  (константа Вебера).

**Основной психофизический закон (закон Вебера-Фехнера)** – интенсивность ощущения ( $S$ ) пропорциональна логарифму силы раздражителя ( $J$ ):

$S = K * \lg(J) + C$ , где  $K$  и  $C$  — константы.

**Закон Стивенса** предполагает наличие не логарифмической, а степенной функциональной зависимости между величиной стимула ( $I$ ) и силой ощущения ( $S$ ):  $S = K * I * n$ , где  $K$  и  $n$  — константы.

Логарифмическая кривая зависимости величины ощущения от силы раздражителя (согласно закону Вебера-Фехнера)



**Сенсорная адаптация, или приспособление** – это изменение чувствительности органов чувств под влиянием действия раздражителя:

- адаптация как полное исчезновение ощущения в процессе продолжительного действия раздражителя (негативная адаптация);
- адаптация как притупление ощущения под влиянием действия сильного раздражителя (негативная адаптация);
- адаптация как повышение чувствительности под влиянием действия слабого раздражителя (позитивная адаптация).

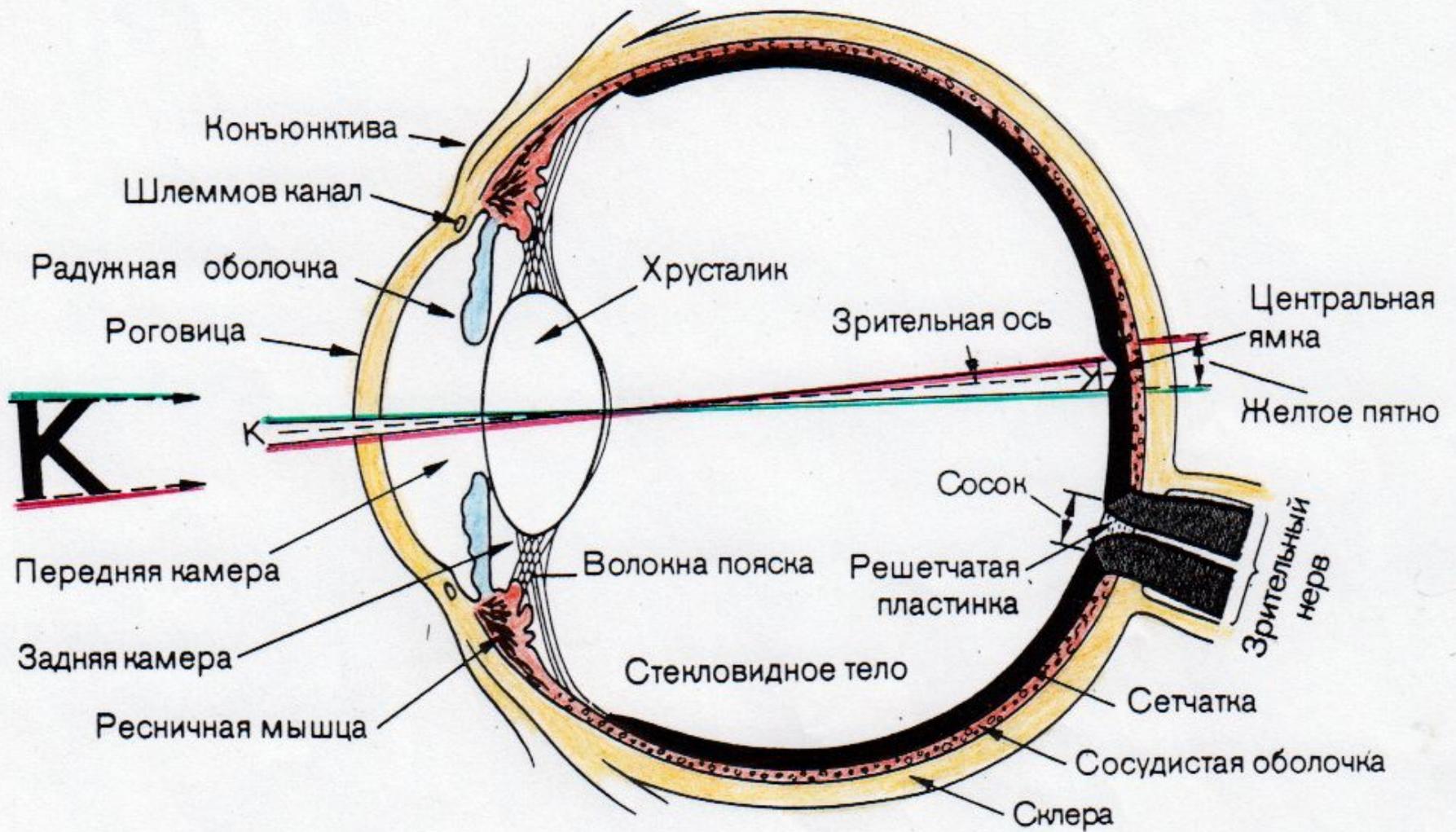
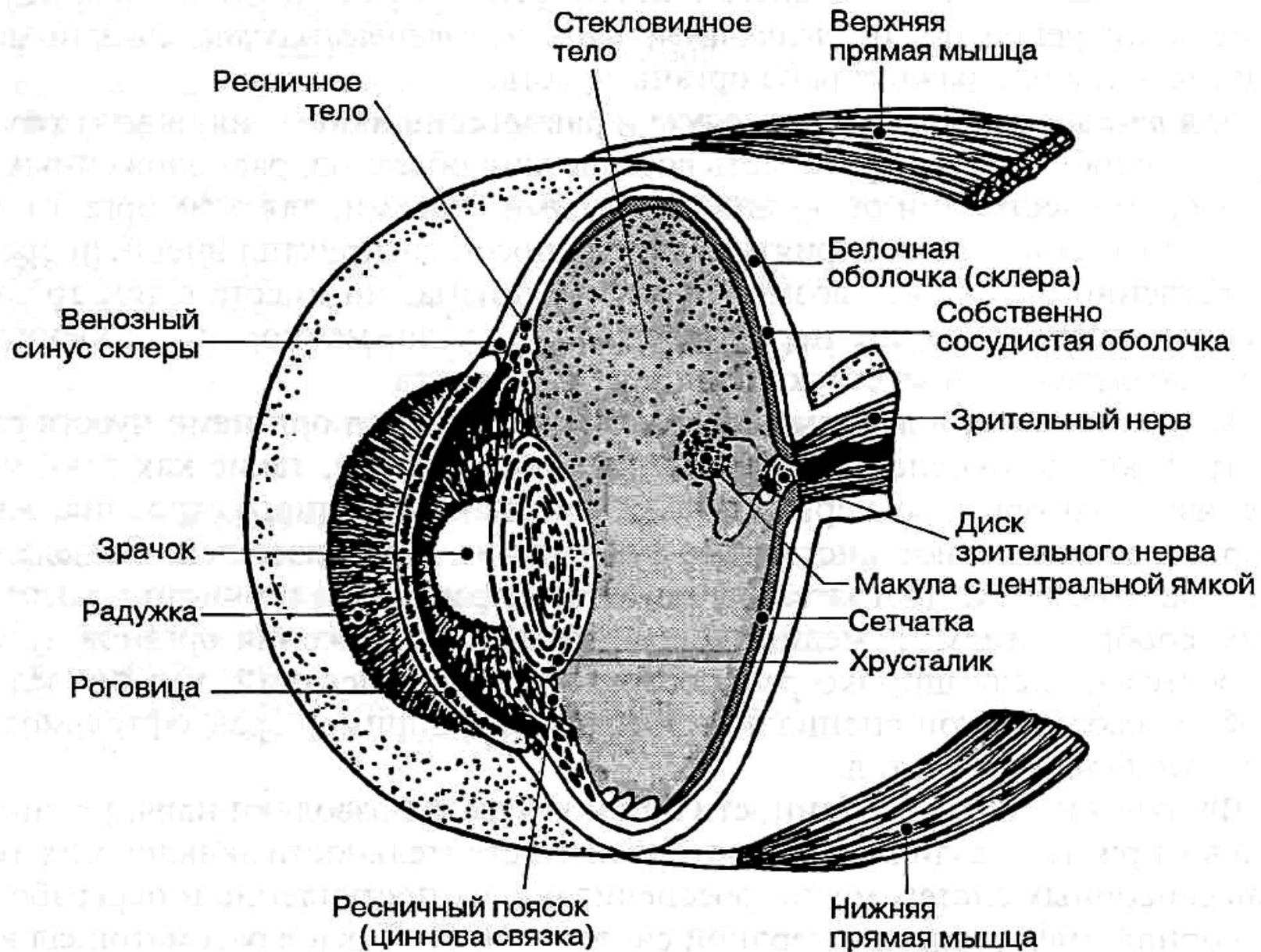
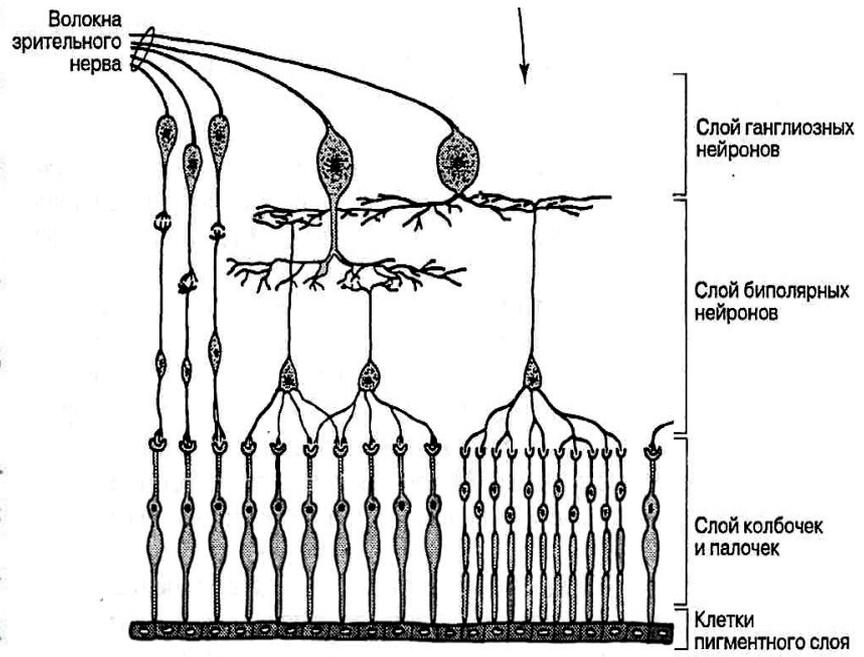
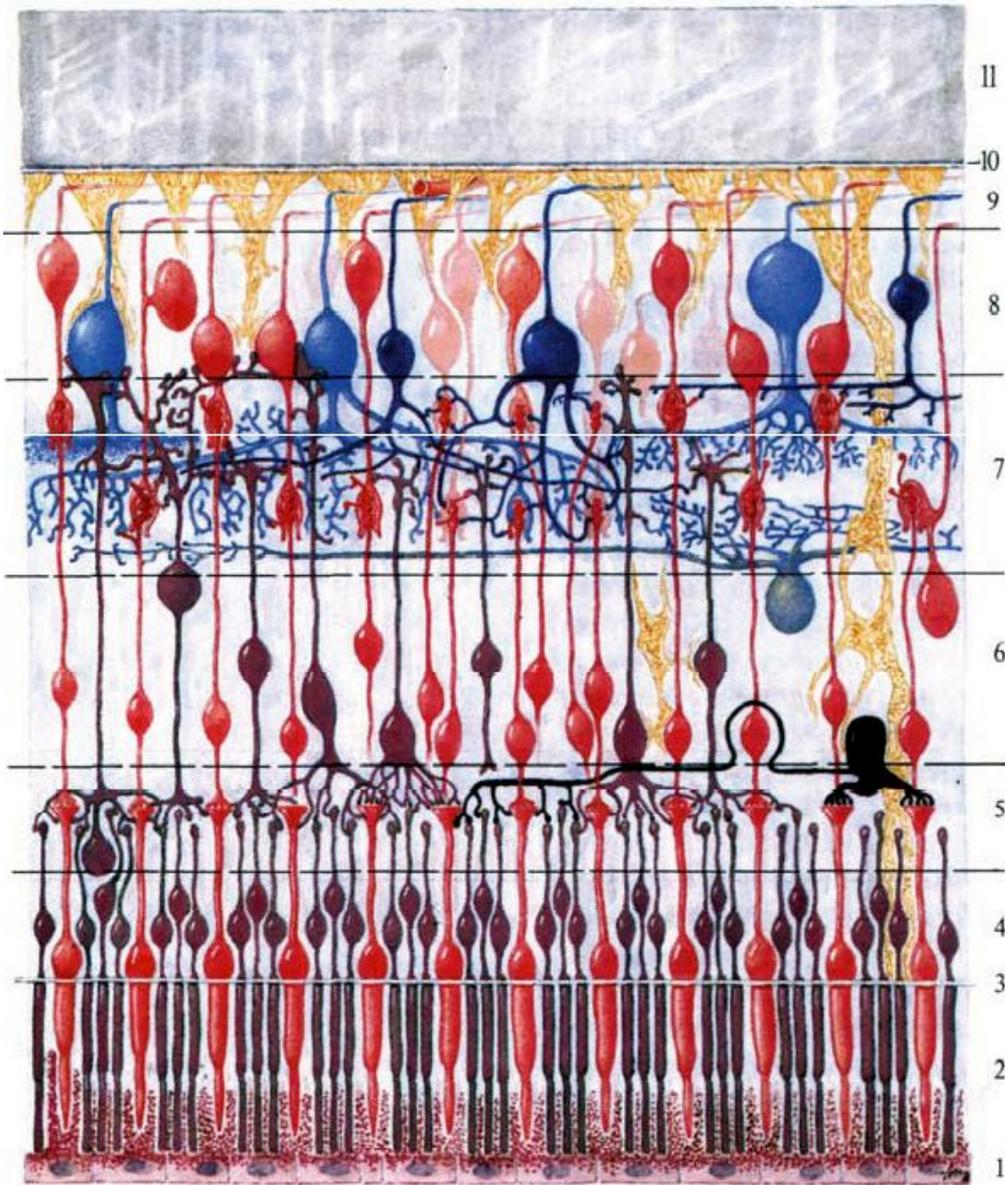


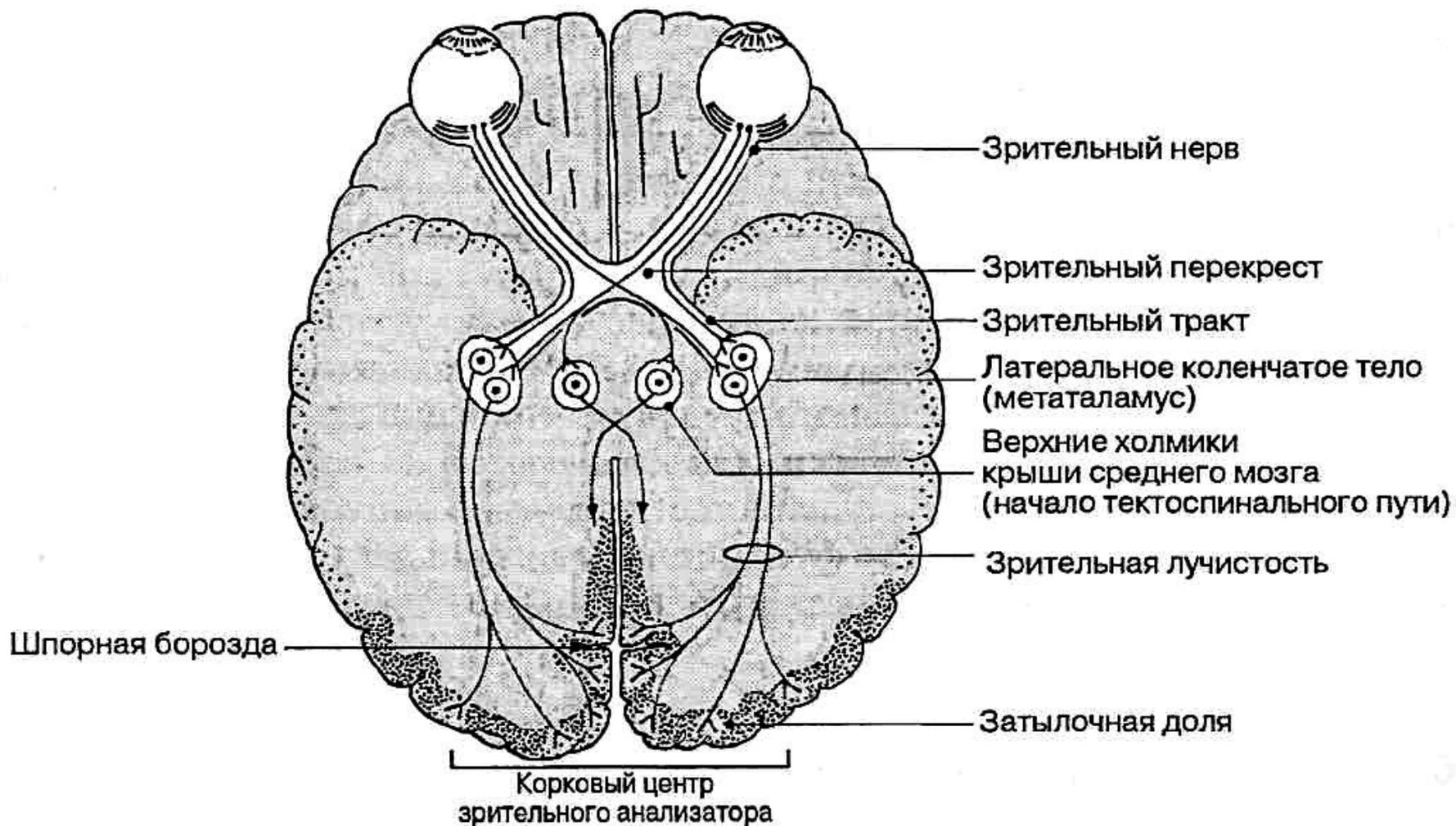
Схема горизонтального сечения правого глаза



Строение глазного яблока.

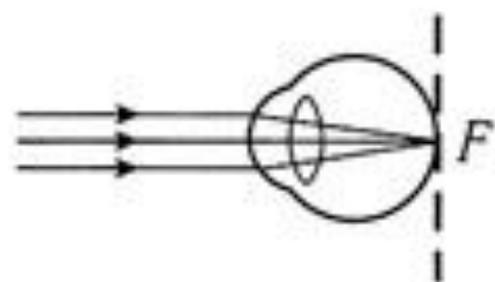


Нейронный состав сетчатки.



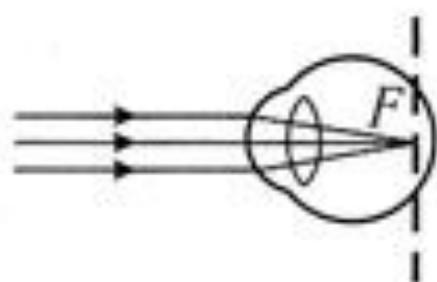
Проводящий путь зрительного анализатора.

Нормальный глаз



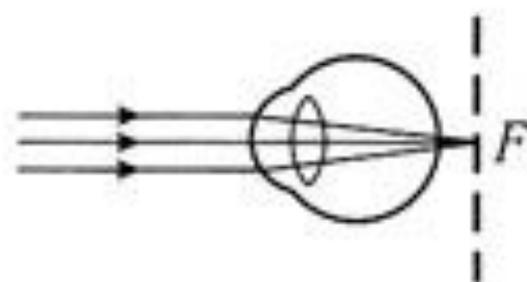
а)

Близорукий глаз

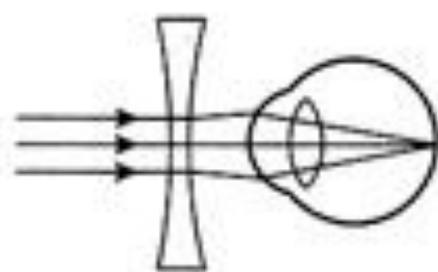


б)

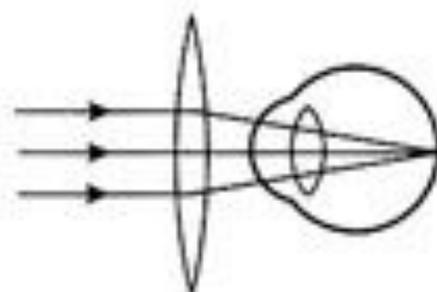
Дальнозоркий глаз



в)



г)



д)

Нормальные люди (**трихроматы**) способны различать цвета, полученные путем смешения тонов трех основных участков спектра — *красного, зеленого и синего*. Если в сетчатке глаза отсутствуют чувствительные элементы для восприятия какого-либо из этих участков спектра, то возникает нарушение, называемое **дихромазией**. Существуют две разновидности дихромазии — **протанопия** (слепота на красный цвет) и **дейтеранопия** (слепота на зеленый цвет). Существует еще один редкий дихроматический эффект — **тританопия** (или **тританомалия**), при котором нарушено различение цветов в сине-зеленой области спектра



**Normal**



**Deuteranop**

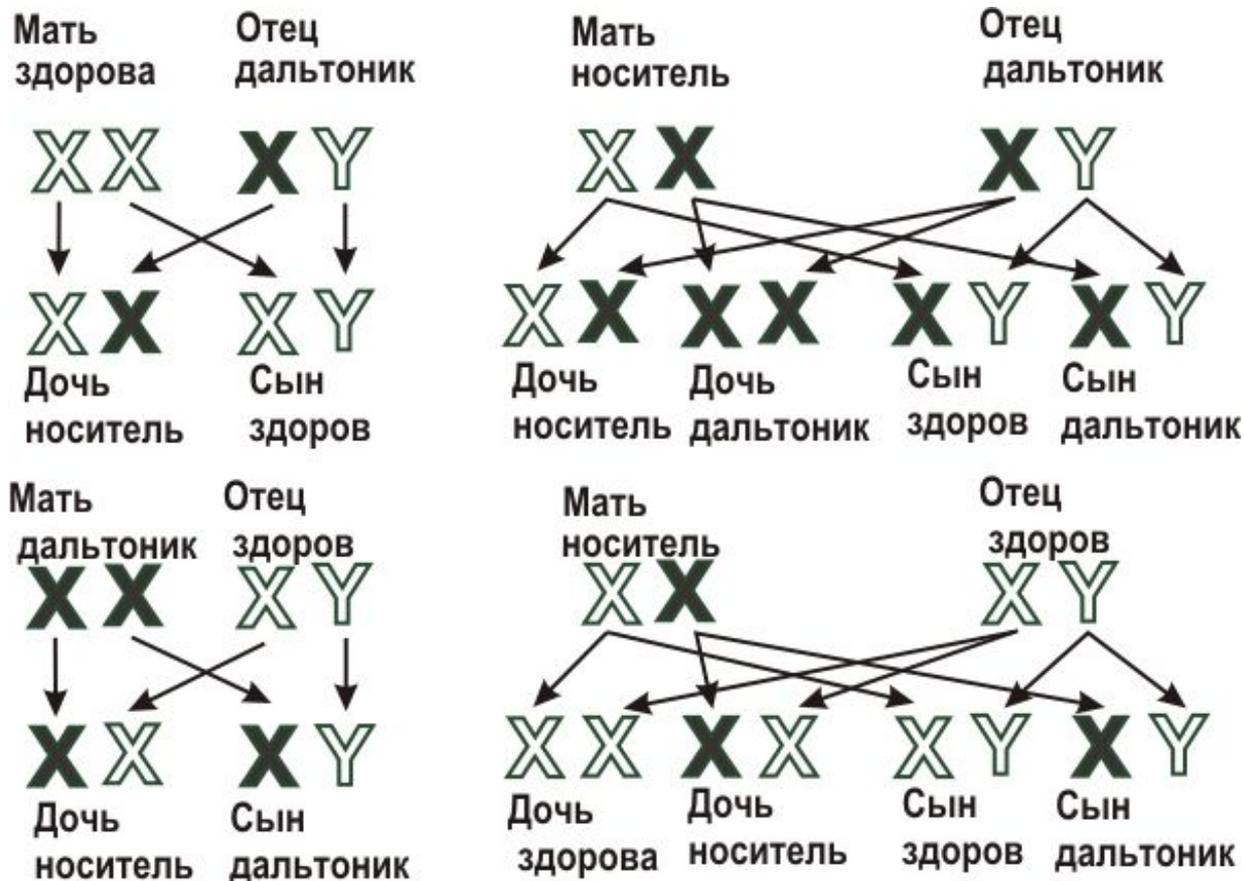


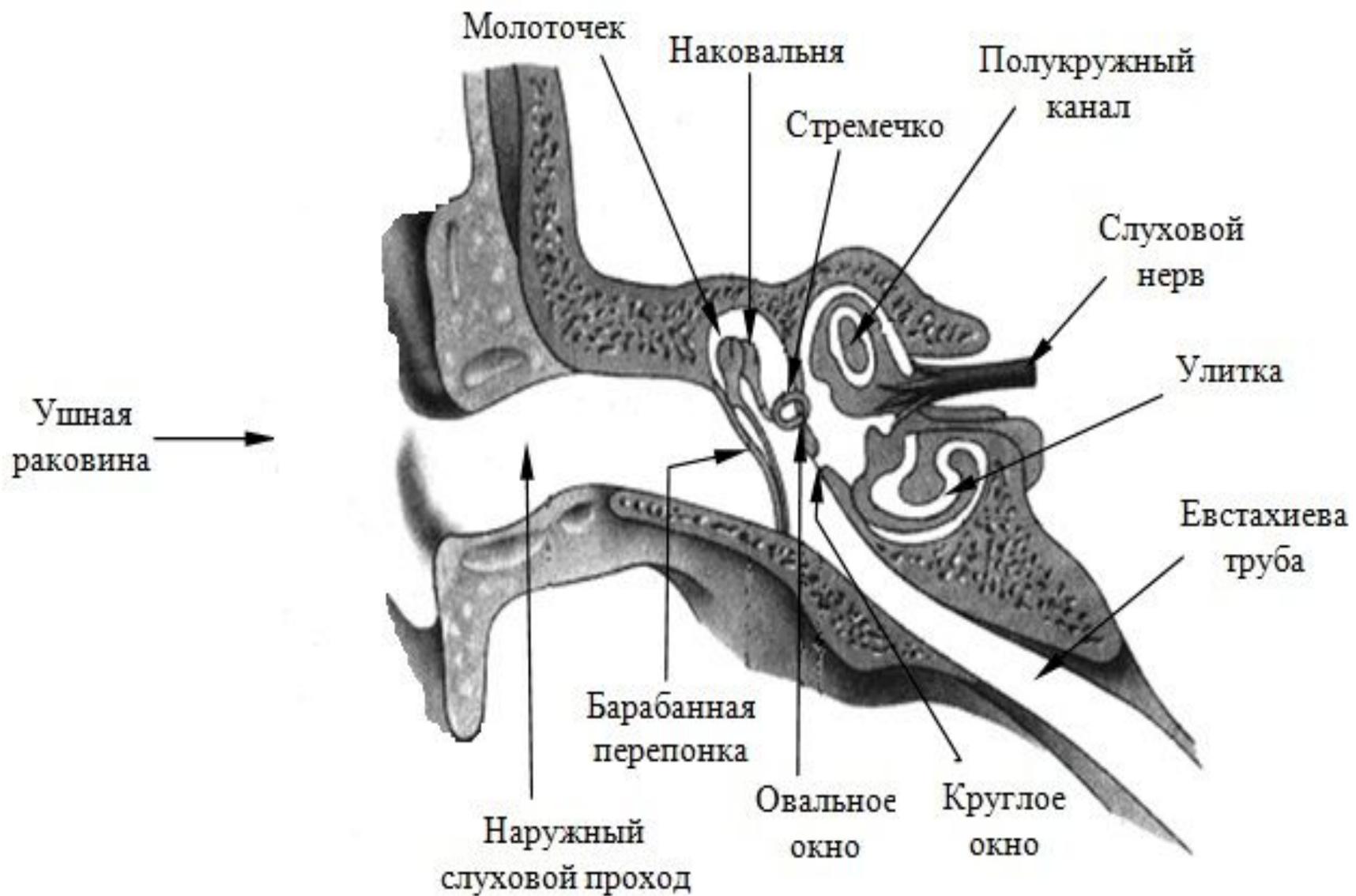
**Protanop**

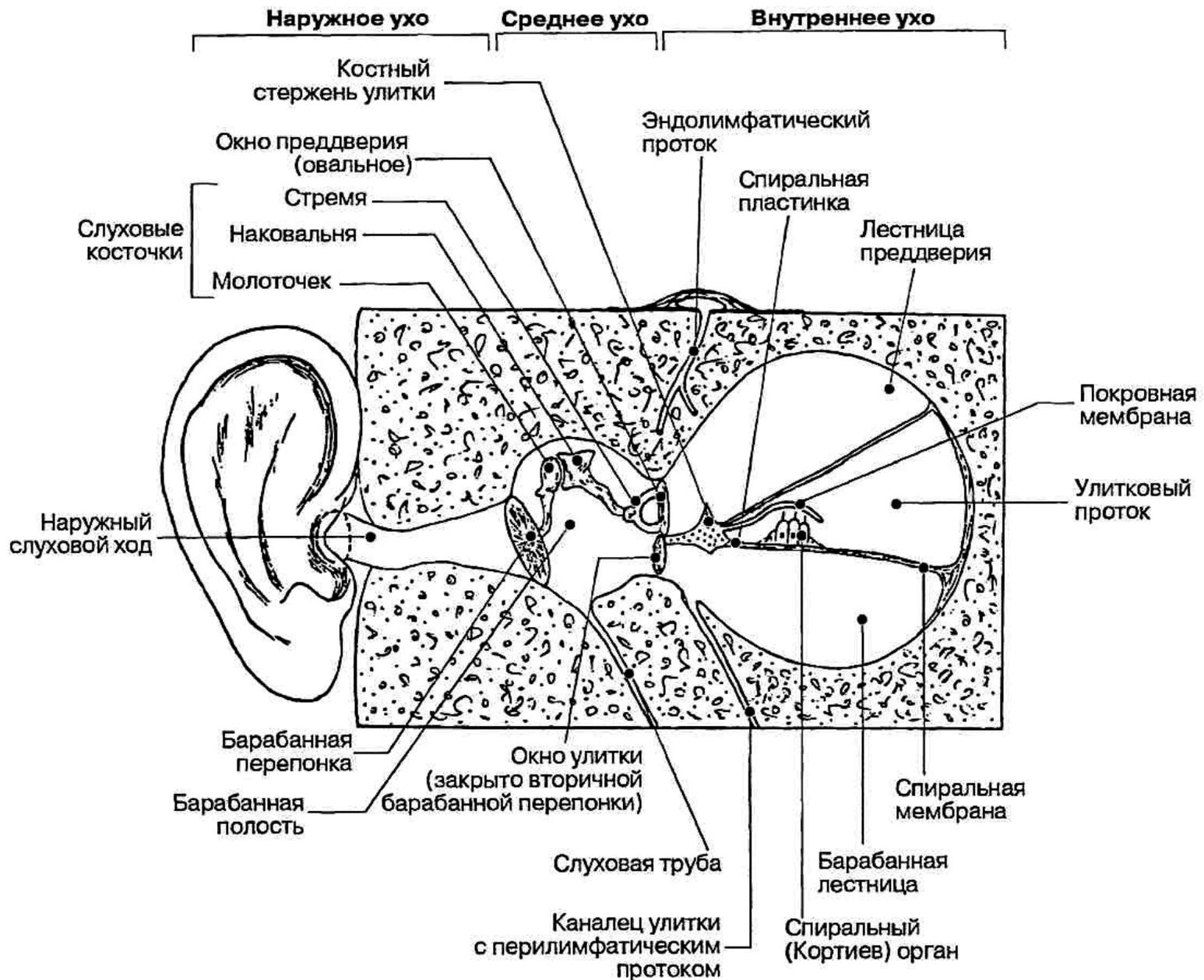


**Tritanop**

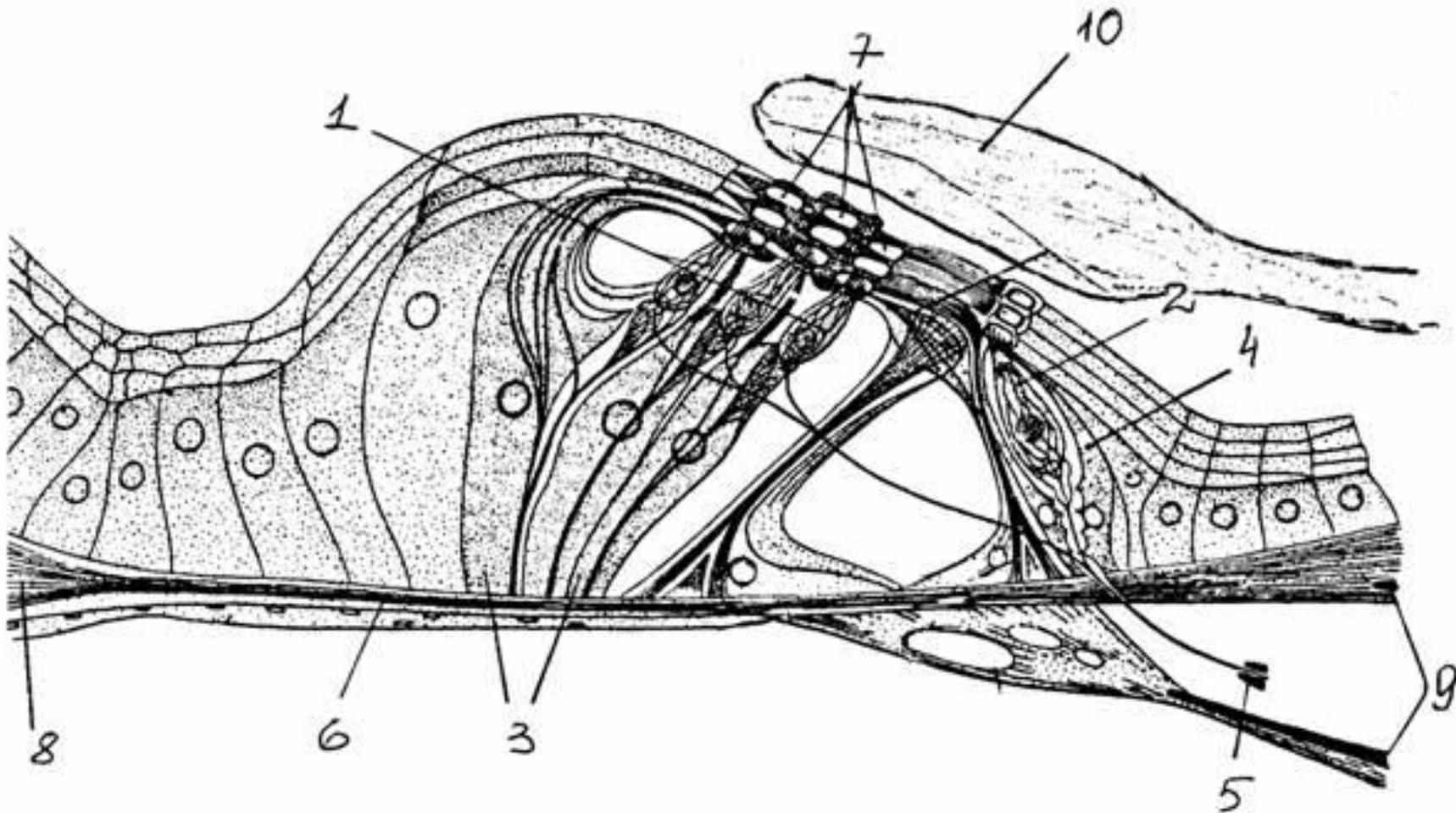
Генетическая основа дальтонизма состоит в следующем. **Способность воспринимать цвет контролируется двумя тесно сцепленными генами (R и G), локализованными в X-хромосоме.** Рецессивный аллель одного из этих генов формирует невозможность различать красный цвет, другого — зеленый. Так как эти гены локализованы в X-хромосоме, то **нарушение цветового зрения чаще встречается у мужчин, чем у женщин.** В европейских популяциях цветовая слепота встречается примерно у 8 % мужчин и у 0.64 % женщин.





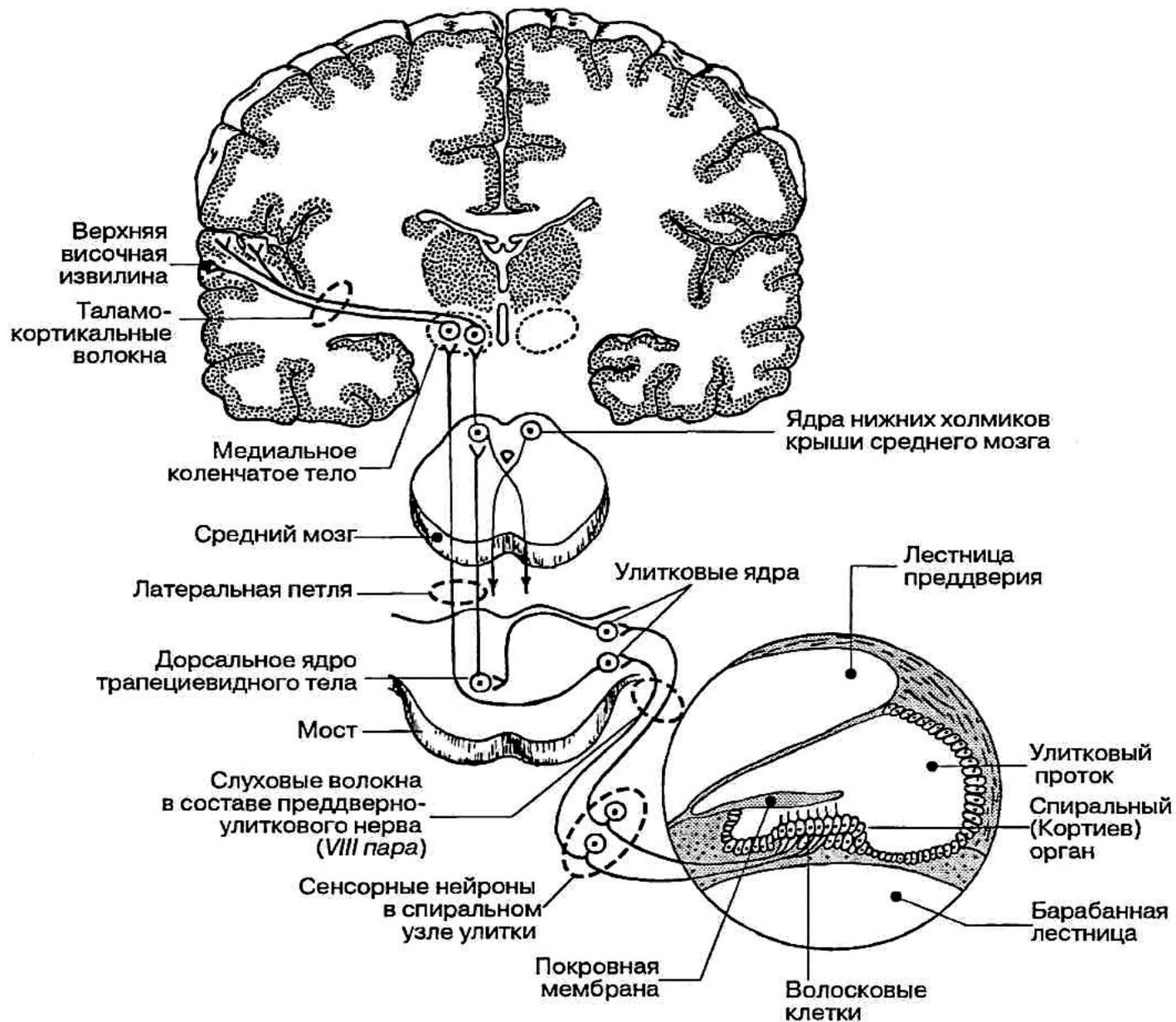


Строение органа слуха.



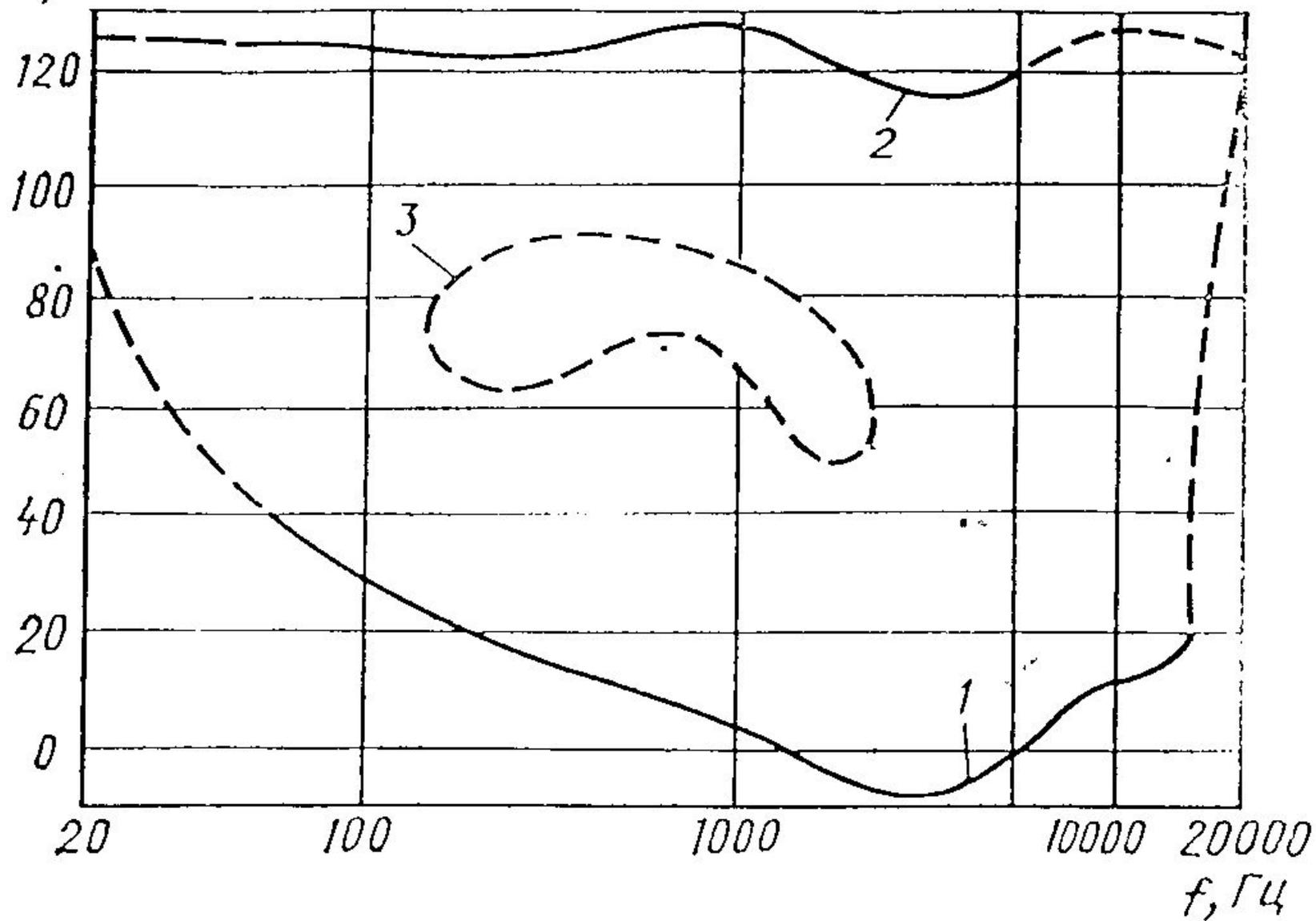
### Кортиев орган

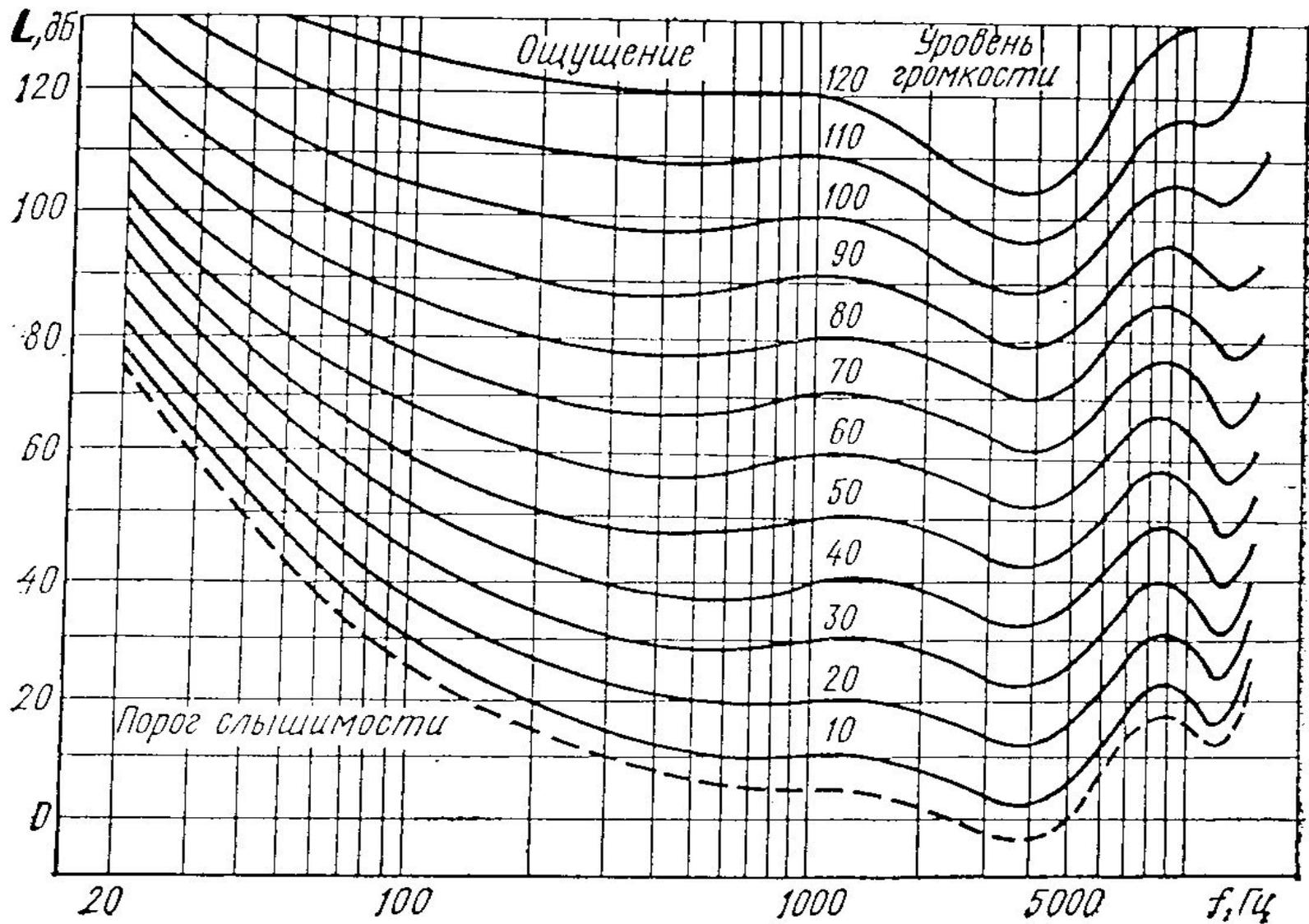
*1, 2 – внешние и внутренние волосковые клетки, 3, 4 – внешние и внутренние поддерживающие (опорные) клетки, 5 – нервные волокна, 6 – базилярная мембрана, 7 – отверстия ретикулярной (сетчатой) мембраны, 8 – спиральная связка, 9 – костная спиральная пластинка, 10 – текториальная мембрана*

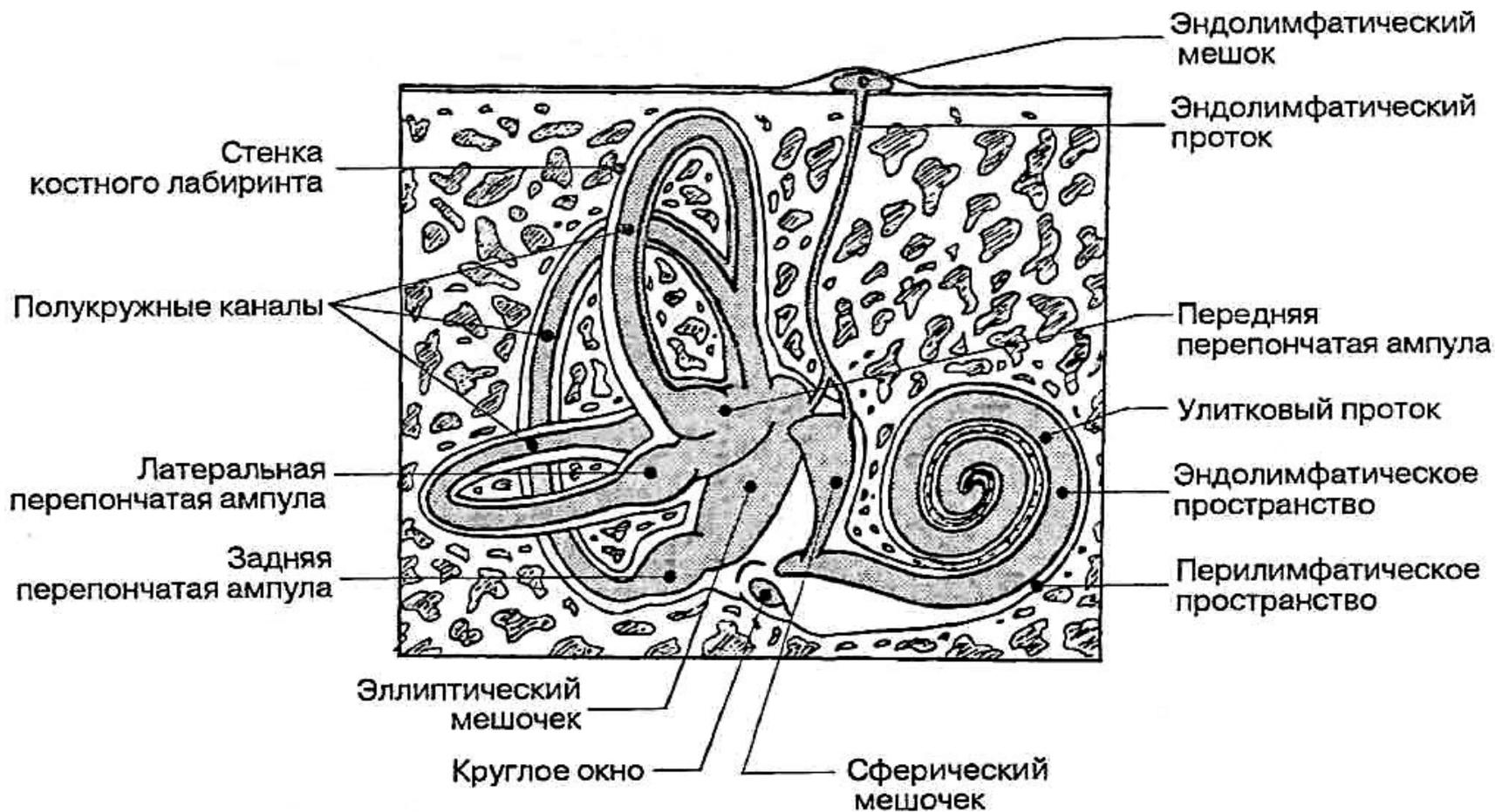


Проводящий путь слухового анализатора.

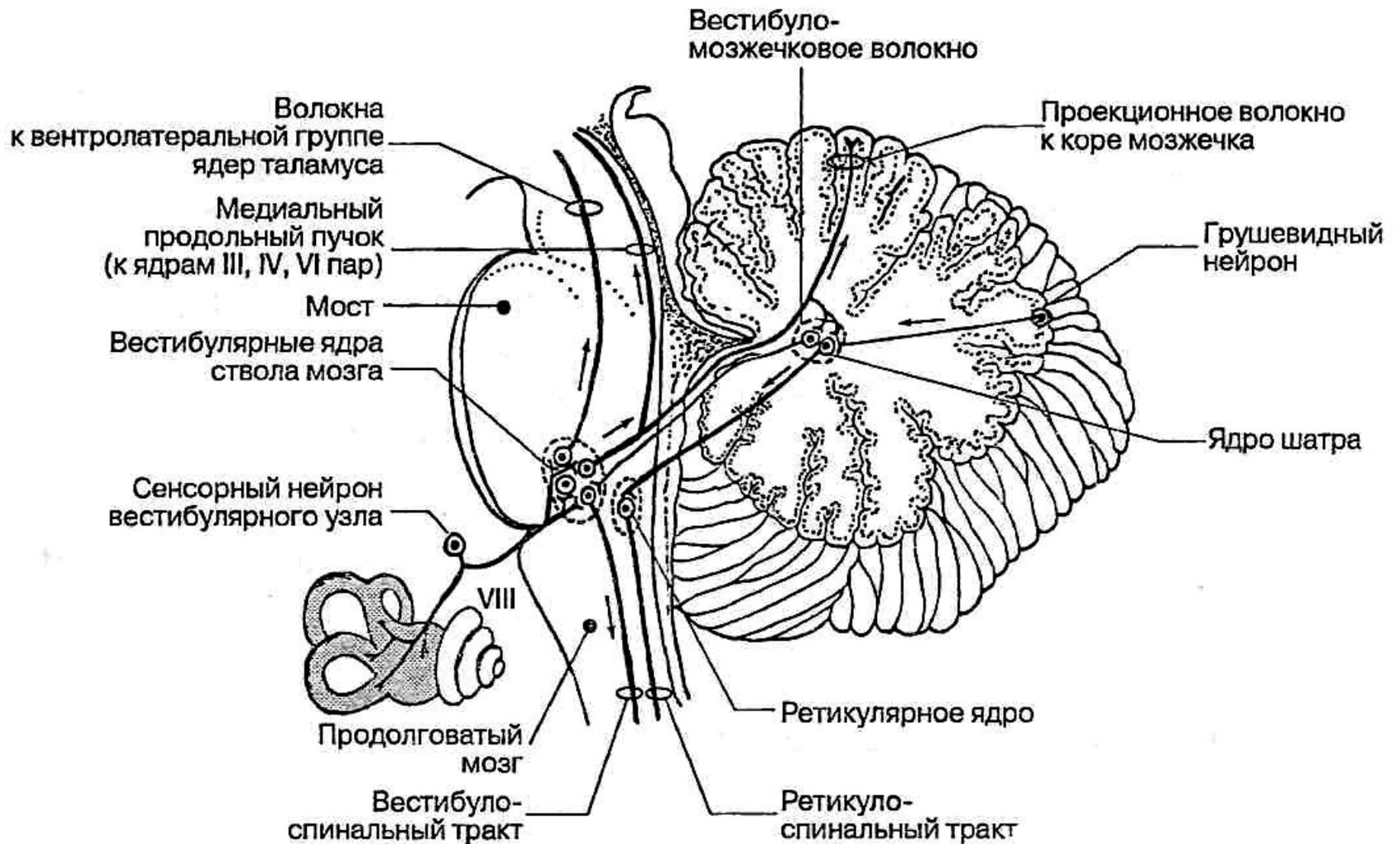
$L, \text{дБ}$



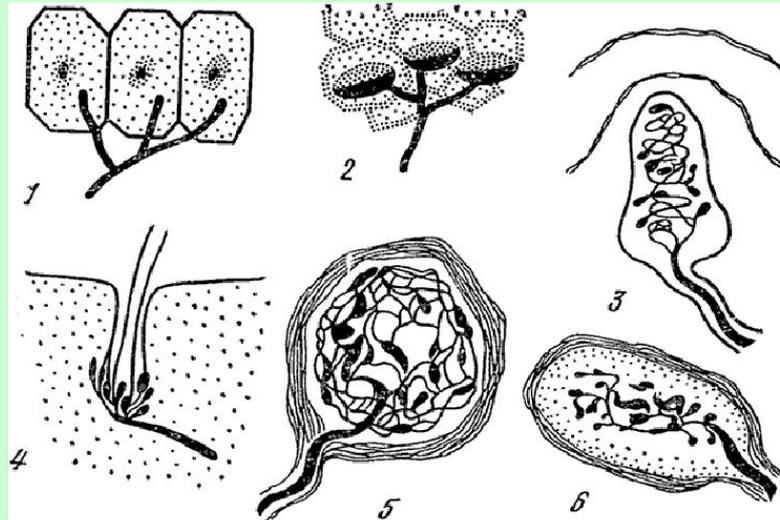




Костный и перепончатый лабиринты внутреннего уха. Серым цветом выделено эндолимфатическое пространство внутри перепончатого лабиринта, заполненное эндолимфой.

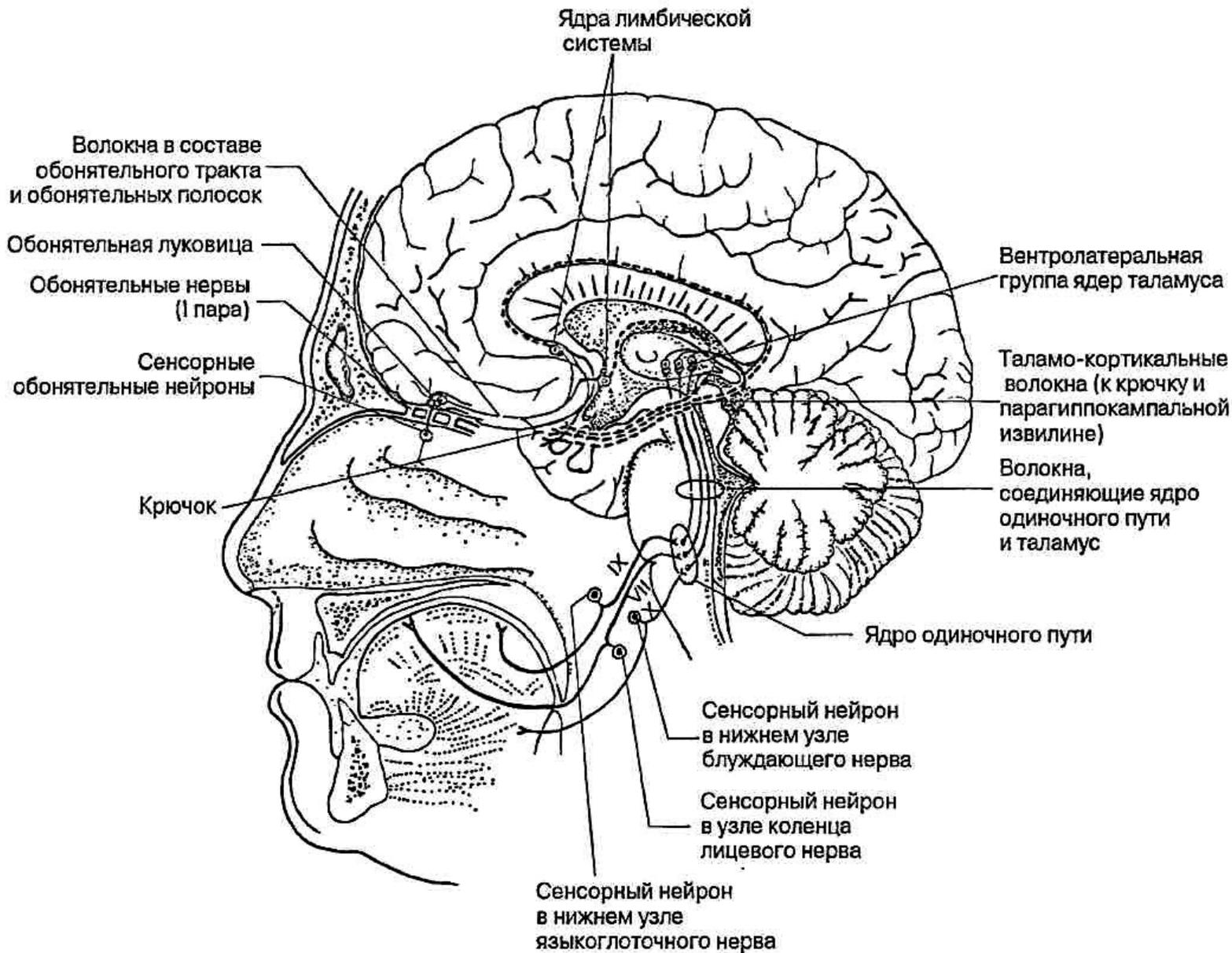


Проводящий путь вестибулярного анализатора.



1 — свободные нервные окончания в эпидермисе; 2 — осязательные тельца Меркеля ( в эпидермисе);  
 3 — осязательное тельце Мейснера; 4 — нервное сплетение вокруг волосяной луковицы;  
 5 — чувствительное к холоду тельце Краузе; 6 — фатерпачиниево тельце, чувствительное к давлению.

- **свободные нервные окончания** — нервные окончания, состоящие только из конечных ветвлений осевого цилиндра. Располагаются в эпителии. Выступают в качестве терморецепторов, механорецепторов и ноцицепторов (т. е. отвечают за восприятие изменения температуры, механических воздействий и болевые ощущения);
- **несвободные нервные окончания:**
  - **тельца Пачини** — инкапсулированные рецепторы давления в округлой многослойной капсуле. Располагаются в подкожно-жировой клетчатке. Регистрируют силу давления;
  - **тельца Мейснера** — инкапсулированные рецепторы давления, расположенные в дерме. Обладают тонкой чувствительностью;
  - **тельца Меркеля** — некапсулированные рецепторы давления. Регистрируют продолжительность давления;
  - **тельца Руффини** — инкапсулированные рецепторы растяжения. Реагируют также на тепло;
  - **колбы Краузе** — инкапсулированные рецепторы, реагирующие на холод;
  - **рецепторы волосяных фолликулов** — механорецепторы, расположенные в волосяных фолликулах и реагирующие на отклонение волоса от исходного положения.



Проводящие пути обонятельного и вкусового анализаторов.