

# Физиология соматосенсорного анализатора

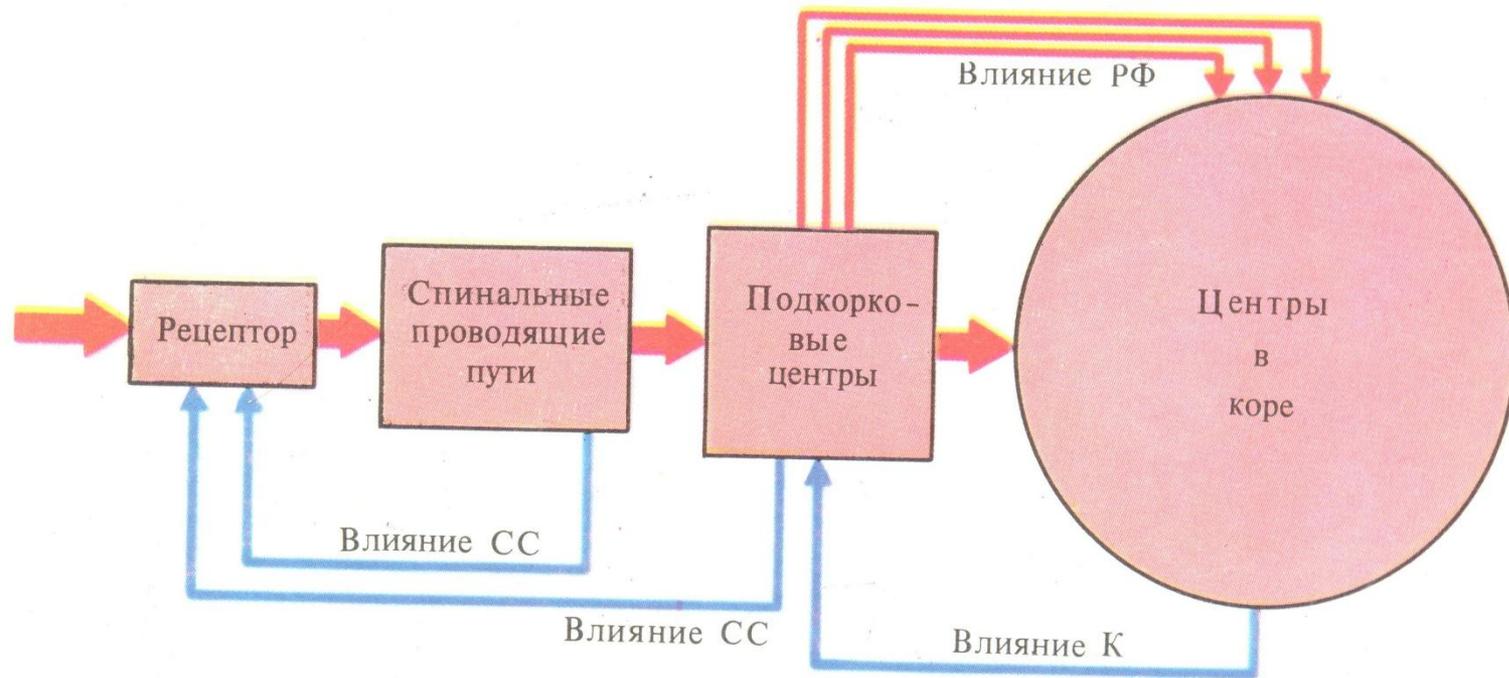


# План

- Общая характеристика сенсорных систем
- Компоненты соматосенсорного анализатора
- Рецепторный, проводниковый и корковый отделы тактильной, температурной и проприоцептивной чувствительности
- Характеристика болевых ощущений
- Механизм возбуждения ноцицепторов
- Проводящие пути острой и диффузной боли
- Компоненты системной болевой реакции организма
- Антиноцицептивная система

- **Органы чувств** (Г.Гельмгольц) – периферические образования, воспринимающие и частично анализирующие факторы внешней среды
- **Анализаторы** (И.П.Павлов, 1909 г) – совокупность образований, обеспечивающих восприятие, проведение информации в мозг и анализ этой информации. Это афферентная часть сенсорной системы
- **Сенсорные системы** – это образования центральной и периферической нервной системы, обеспечивающие формирование ощущений. Включают афферентные и эфферентные механизмы

# Сенсорные системы



# Значение анализаторов (сенсорных систем)

- Являются единственным источником связи организма с внешним миром
- Поддерживают тонус нервных центров
- Позволяют адаптироваться к изменяющимся условиям внешней среды

# Отделы анализаторов

- Периферический (рецепторный)
- Проводниковый - проводящие пути и подкорковые сенсорные ядра
- Центральный (корковый) – проекционные и ассоциативные зоны коры, образующие первичные, вторичные и третичные сенсорные поля

# Параметры ощущений

- Модальность и качество
- Временной (время возникновения и исчезновения)
- Пространственный (место возникновения ощущения)
- Количество (интенсивность ощущений)

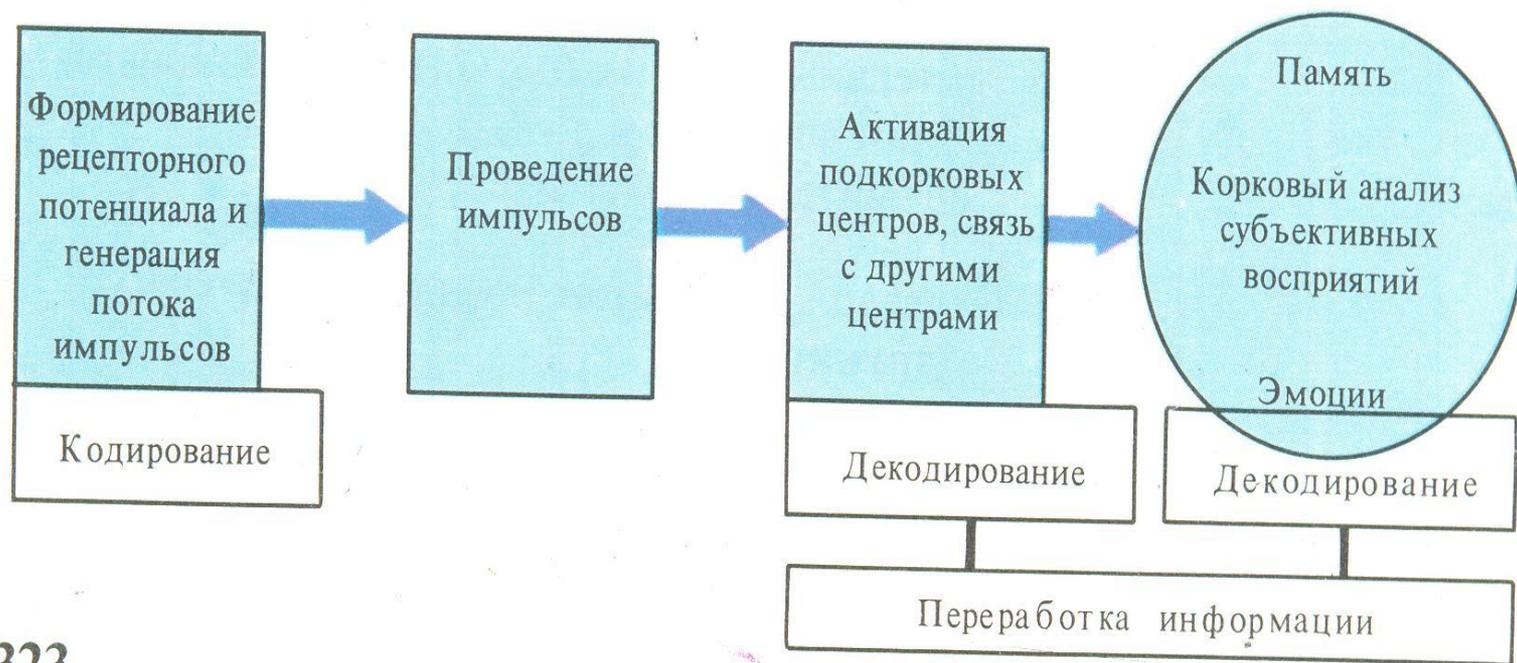
# Основные принципы функционирования анализаторов

- *Обнаружение* сигнала – трансформация энергии внешнего стимула в нервный импульс
- *Различение* сигнала по основным параметрам- интенсивности (закон Вебера-Фехнера), временному, пространственному.

# Основные принципы функционирования анализаторов

- Передача и преобразование сигнала.  
Цель – донести до высших отделов мозга наиболее важную информацию в наиболее удобной форме.
- Кодирование информации – в виде пачек импульсов
- Детектирование (анализ) отдельных признаков сигнала. Нейроны -детекторы
- Оpozнание образа

# Этапы деятельности анализатора

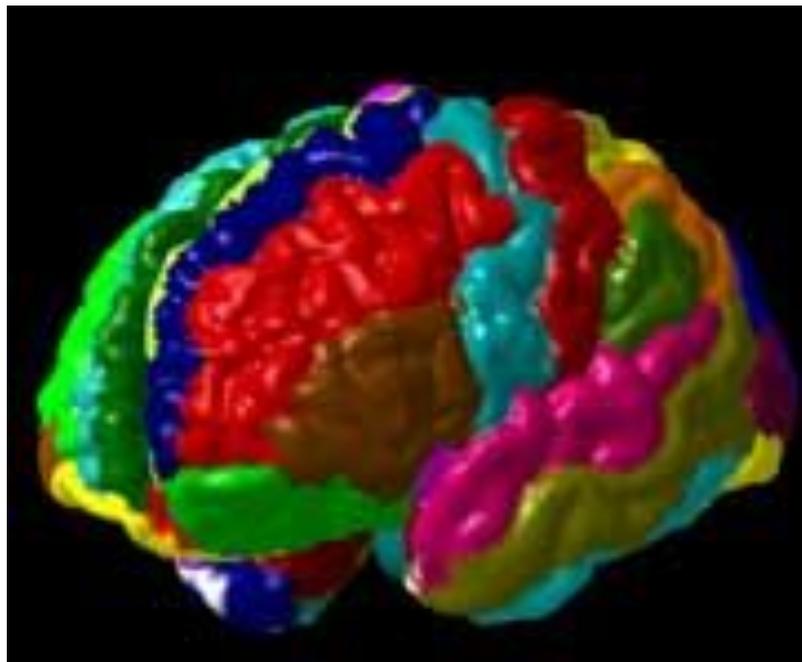


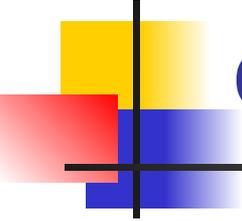
# Проводниковый отдел- проводящие пути и сенсорные ядра

- Переключение , усиление, фильтрация, хранение информации
- Пространственное и временное преобразование информации
- Формирование простейших ответных реакций
- Главный подкорковый центр сенсорных систем (кроме обонятельной) - **таламус**

# Локализация функций в коре полушарий большого мозга.

- Кора полушарий представляет собой сплошную воспринимающую поверхность – рецепторное поле, состоящее из *корковых концов анализаторных систем*, в которых происходит окончательная обработка поступившей информации.
- В корковом центре 3 основных элемента:
  - ядерная зона
  - вторичное поле
  - третичное поле.

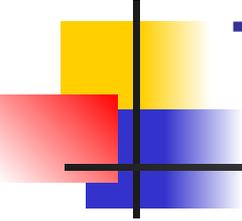




# Виды чувствительности соматосенсорного анализатора

---

- Кожная (экстероцептивная):
  1. Температурная
  2. Тактильная
  3. Вибрационная
  4. Болевая
- Кинестетическая (проприоцептивная)-  
формирует мышечно-суставное чувство —  
основа всех видов движений



# Тактильная рецепция

---

- Рецепторы давления: диски Меркеля – в глубоких слоях кожи и слизистых оболочек; тельца Руффини – в глубоких слоях эпидермиса и дермы
- Рецепторы прикосновения: тельца Мейснера – на поверхности кожи, лишенной волос; рецепторы волосяного фолликула
- Рецепторы вибрации: тельца Паччини – в коже, слизистых, подкожном слое, суставных сумках, сухожилиях

# Тактильная рецепция

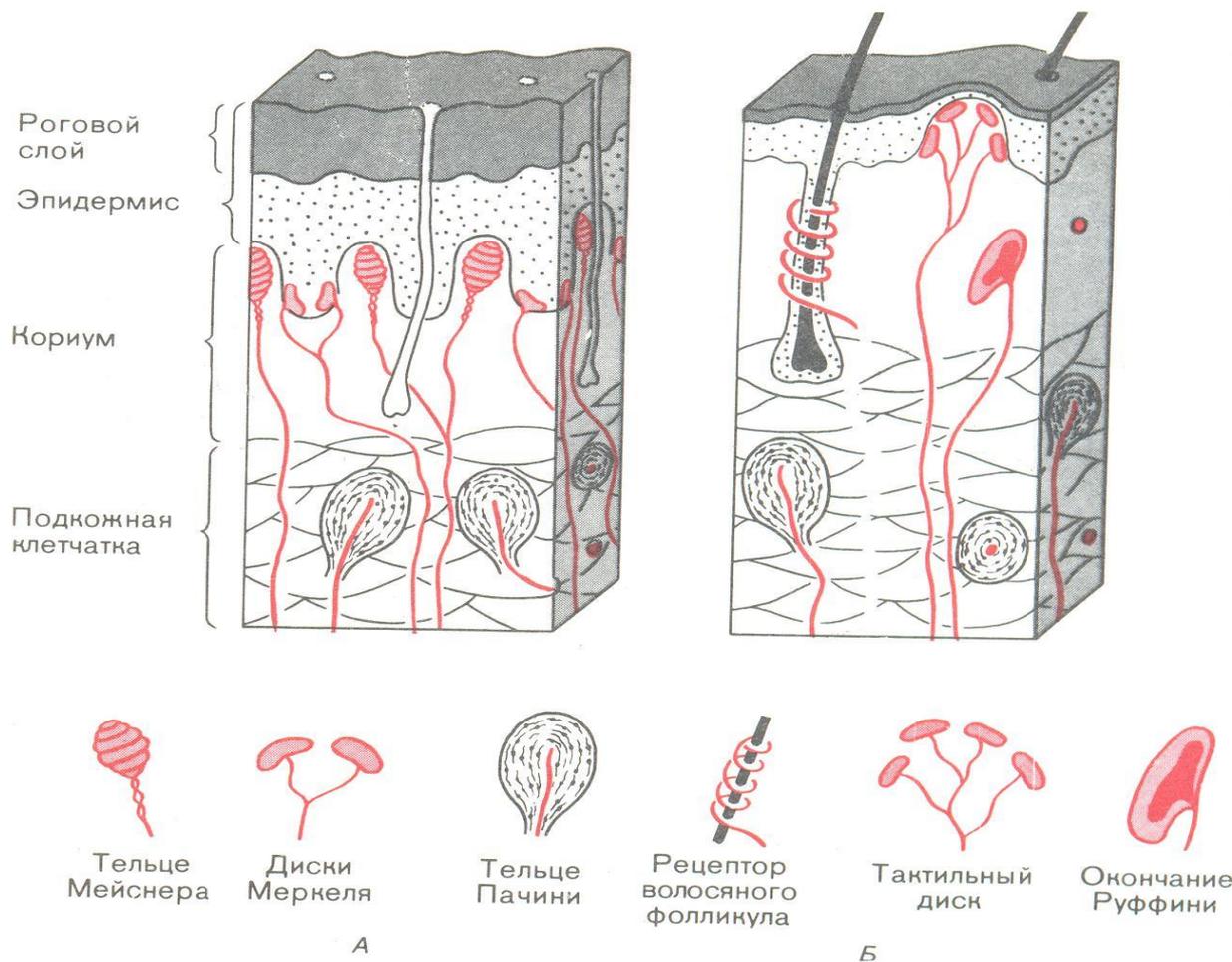
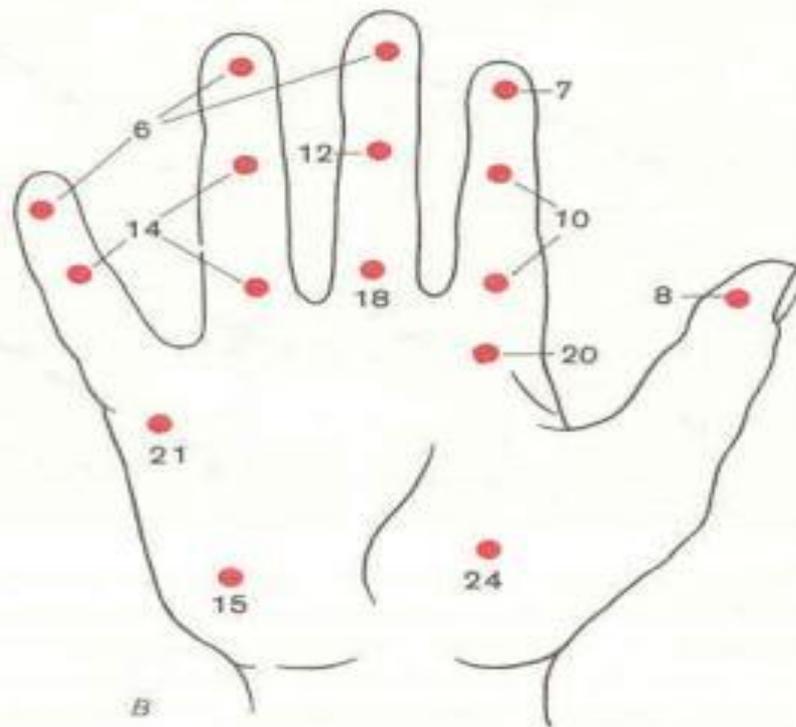
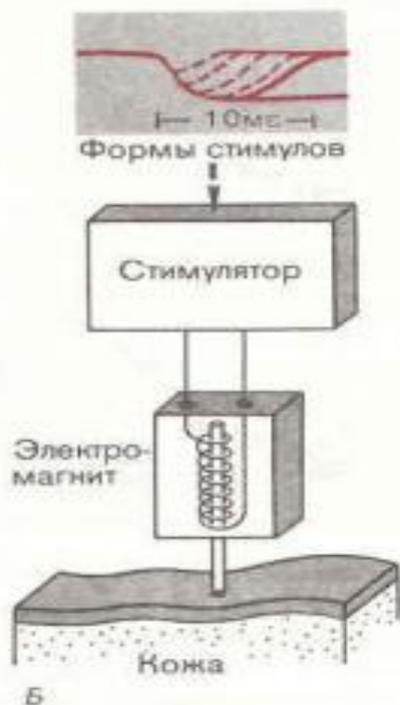


Рис. 10-8, А, Б. Строения и положение механорецепторов кожи, на не покрытых волосами (А) и покрытых (Б) участках кожи. Подробности в тексте.

# Распределение порогов тактильной чувствительности на коже ладони (миллиньютон)

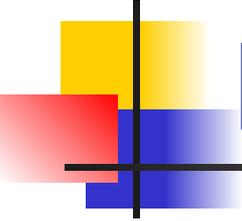


# Температурная рецепция

- **Холодовые рецепторы**- колбы Краузе-располагаются более поверхностно, в эпителии или под ним.
- **Тепловые рецепторы** –тельца Руффини- располагаются глубже.

Низкая температурная чувствительность в центре твердого неба, слизистой щек, центральной части задней поверхности языка

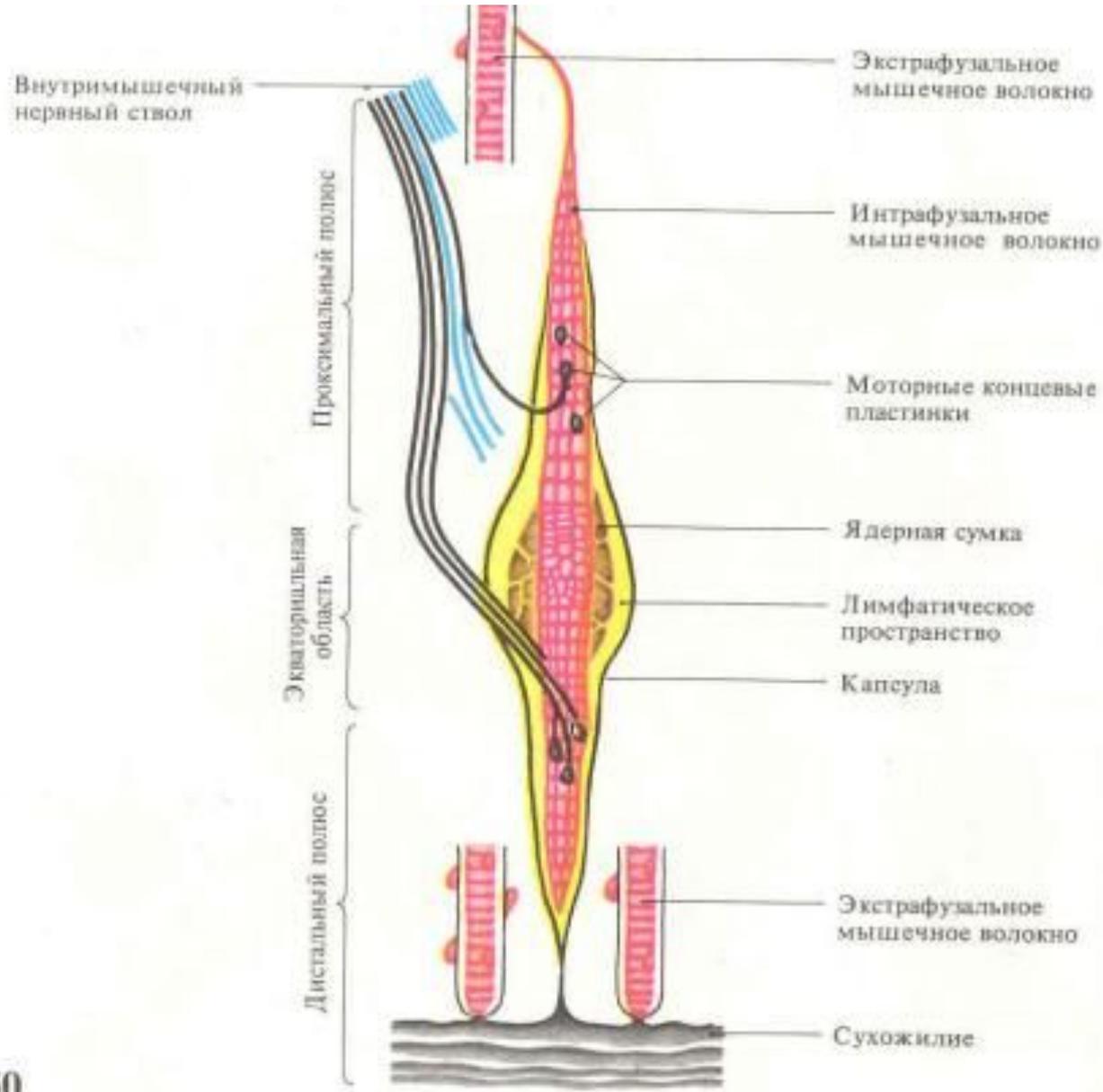
# Проприоцептивные рецепторы



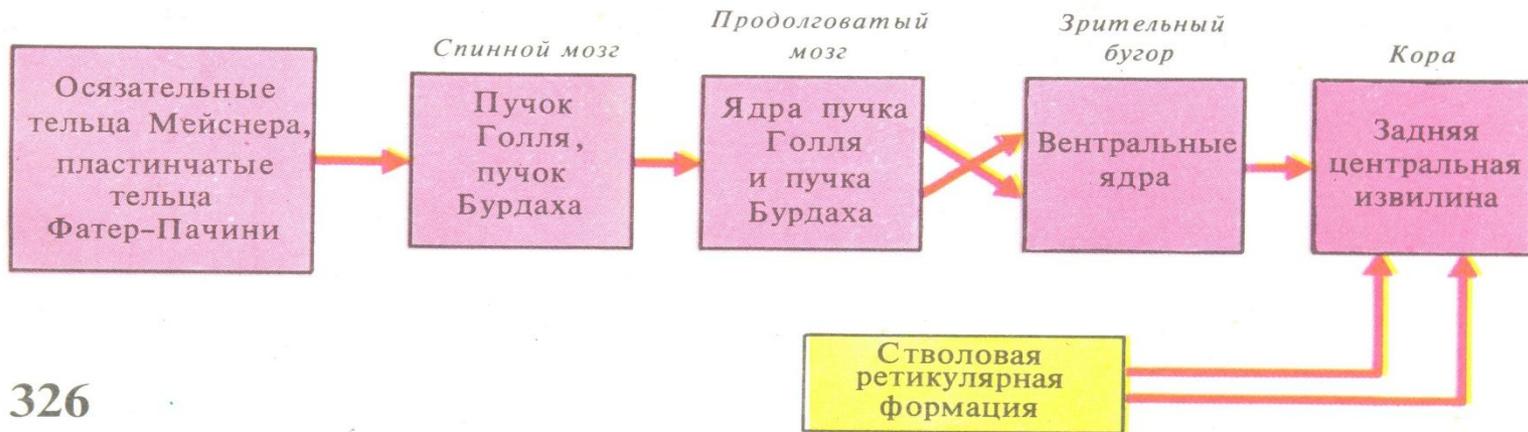
---

- Мышечные веретена (интрафузальные мышечные волокна) – рецепторы растяжения (с ядерной сумкой и с ядерной цепочкой), реагируют на изменение длины мышцы
- Сухожильные рецепторы Гольджи – воспринимают разную степень натяжения сухожилий (регистрируют момент начала движений)
- Суставные тельца Паччини – реагируют на смену положения суставов («суставное чувство»)

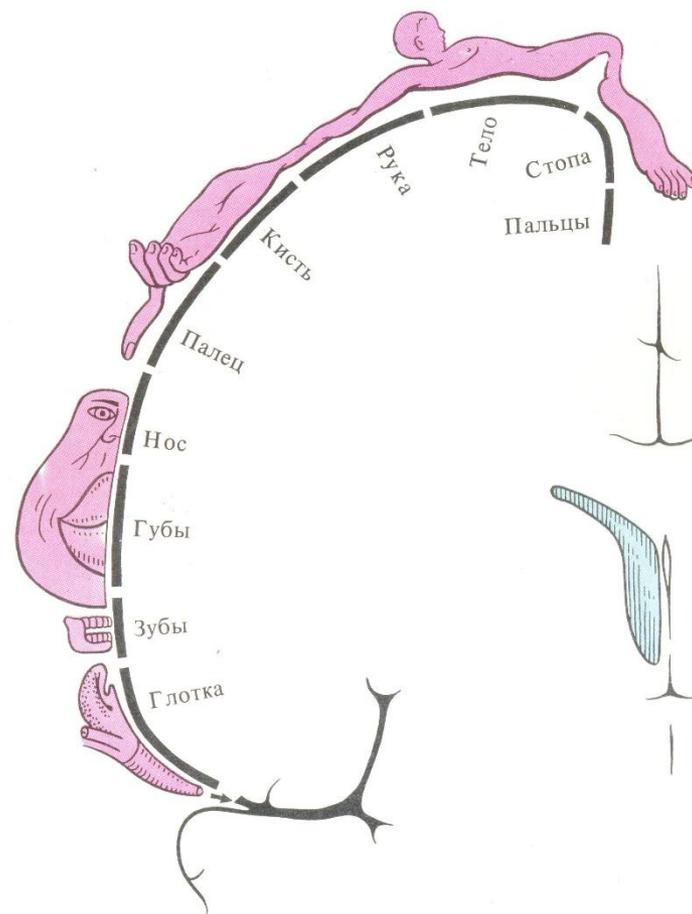
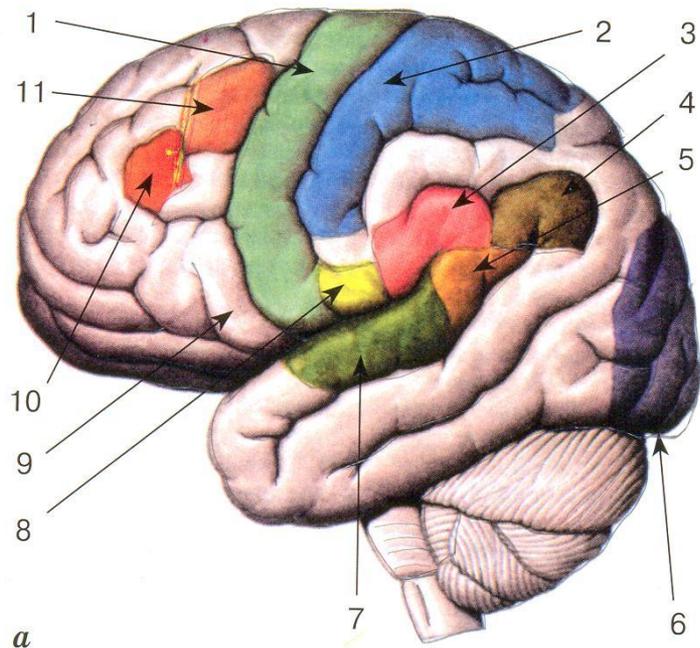
# Мышечное веретено



# Проводящие пути проприоцептивной, тактильной и температурной чувствительности

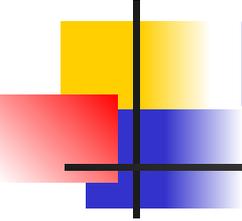


# Корковый отдел соматосенсорного анализатора



# Человечек Пенфилда

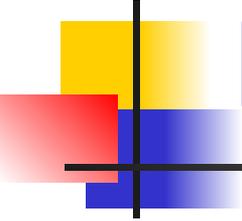




# Болевая чувствительность

---

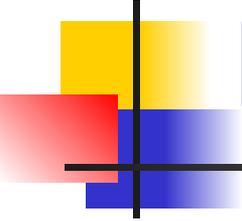
**Боль** (по П.К.Анохину) – это своеобразное психофизиологическое состояние человека, возникающее в результате воздействия сверхсильных или разрушительных раздражителей, вызывающих органические или функциональные нарушения в организме



# Классификация боли

---

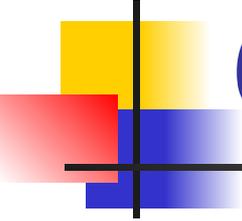
- **Физическая боль** – вызвана внешними воздействиями, внутренними процессами, повреждениями периферических или центральных отделов нервной системы
- **Психогенная боль**- связана с психо-эмоциональным состоянием без видимых патологических процессов или внешних воздействий



# Качество боли

---

- **Эпикритическая боль** – острая, с четкой локализацией
- **Протопатическая боль**- тупая, ноющая, без четкой локализации (диффузная)
- **Каузалгии** – сильная, невыносимая боль, при повреждении нервных стволов



# Локализация возникновения боли

---

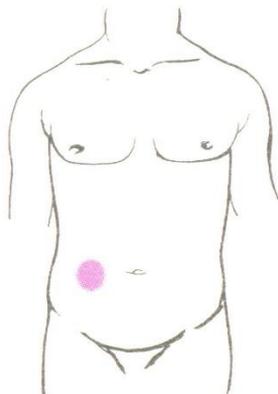
- **Соматическая боль**-  
поверхностная (кожа) и глубокая  
(мышцы, кости, суставы,  
соединительная ткань)
- **Висцеральная боль** –  
внутренние органы

# Локализация ощущения боли

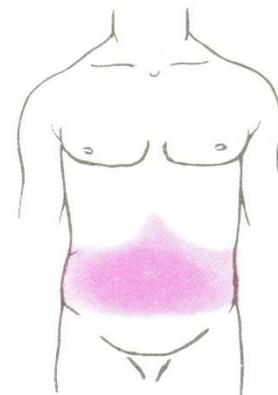
- **Местная** –ощущается в месте возникновения
- **Проекционная** – по ходу нерва
- **Иррадиирующая** – вовлечение других ветвей данного нерва
- **Отраженная** –боль ощущается не в месте её возникновения
- **Фантомная** –ощущение боли продолжается после удаления источника её возникновения

# Виды болевых ощущений

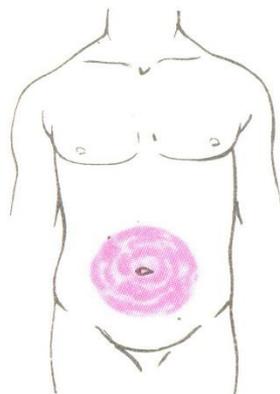
А



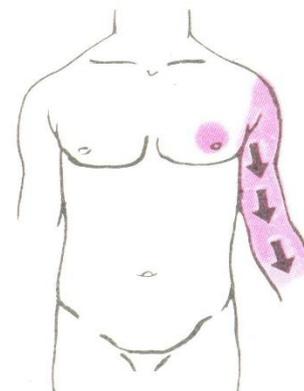
Локализованная



Разлитая

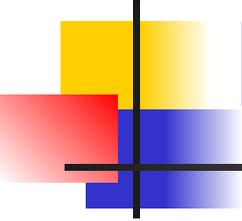


Диффузная



Боль с иррадиацией

Б



# Болевые рецепторы

---

- **Ноцицепторы** – специфические болевые рецепторы, свободные нервные окончания с высоким порогом раздражения. Виды ноцицепторов:
  1. Полиmodalные
  2. Механочувствительные
  3. Хемочувствительные
- **Неспецифические рецепторы**- при действии сверхсильных раздражителей на любые рецепторы

# Механизм возбуждения ноцицепторов

---

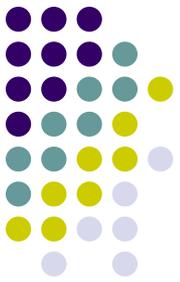
- Изменение РН ткани в кислую сторону, накопление водородных ионов
- Выделение при повреждении клеток *алгогенных* (больстимулирующих) веществ:
  1. Тканевые (гистамин, серотонин, ацетилхолин)
  2. Плазменные (брадикинин)
  3. Из нервных окончаний (вещество Р)

# Афферентные волокна болевой чувствительности

---

- Тип Ав- толстые мякотные волокна, проводят возбуждение с наибольшей скоростью, активируются механическими воздействиями
- Тип А дельта- проводят возбуждение при действии механических и термических стимулов
- Тип С –тонкие безмякотные волокна, проводят возбуждение с наименьшей скоростью, активируются при сильном термическом и химическом раздражении

# Проведение болевых сигналов



- Специфический путь (лемнисковый)- в составе медиальной петли- проведение эпикритической боли
- Неспецифический путь (экстралемнисковый) – проведение протопатической боли

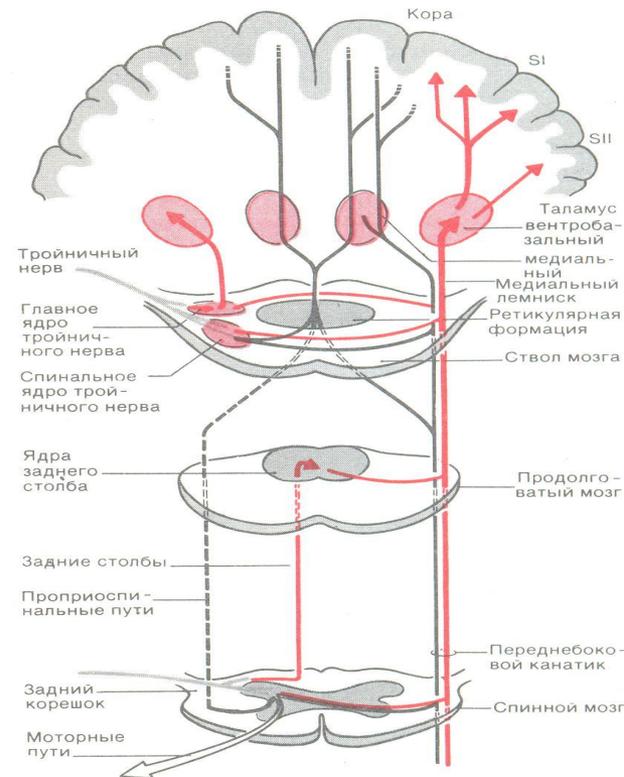
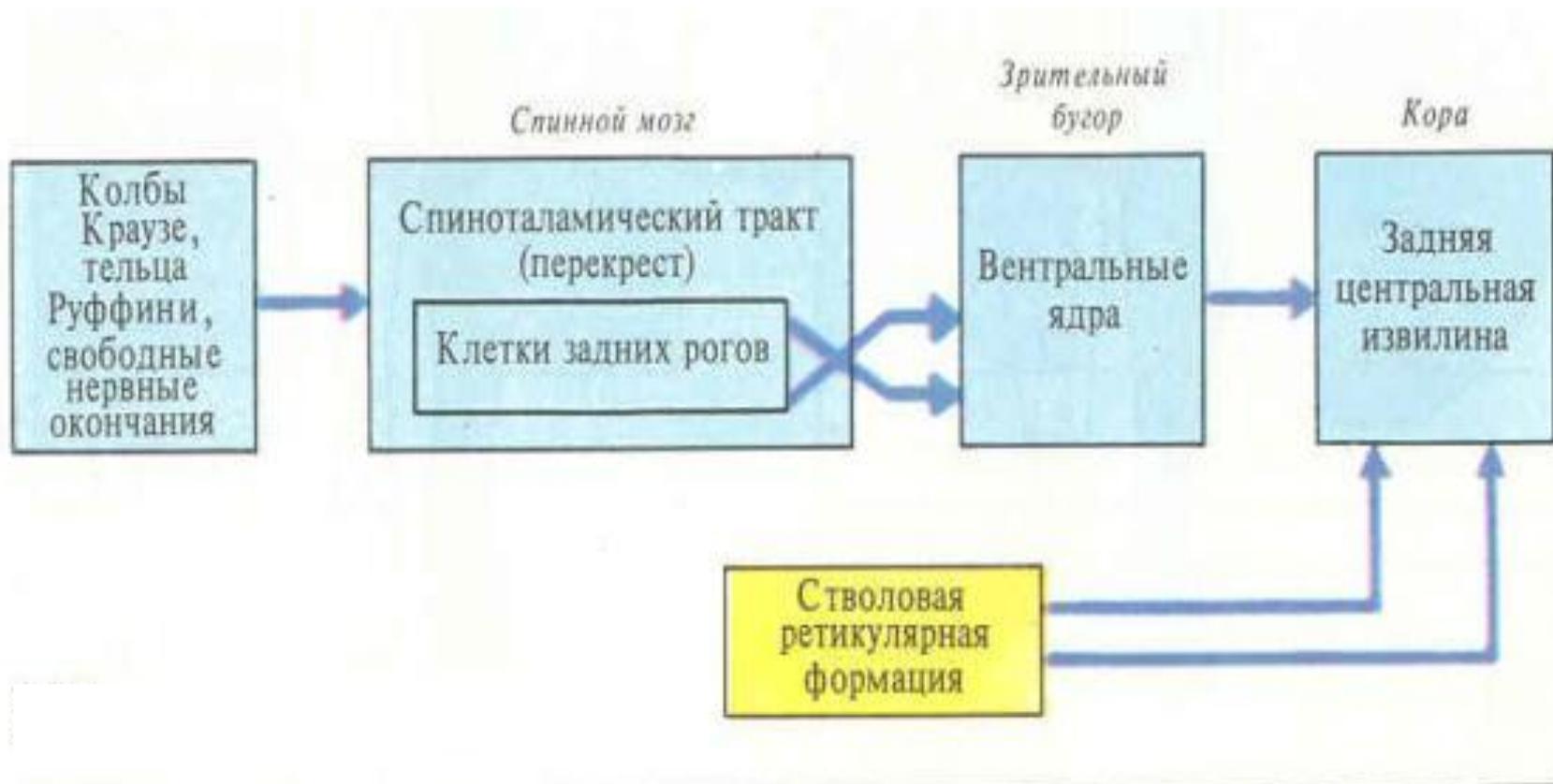


Рис. 9-2. Обзор (схематический) анатомии соматосенсорной системы. Красным обозначены специфические (лемнисковые) проводящие пути, черным – неспецифические (экстралемнисковые). Стрелками показаны соматотопические карты, т.е. топографически организованные проекции периферической сенсорной поверхности на связанные с ней участки центральной нервной системы. SI, SII – первая и вторая соматосенсорные проекционные зоны коры.

Соматосенсорная кора: обзор зон SI и SII (см. рис. 9-1).

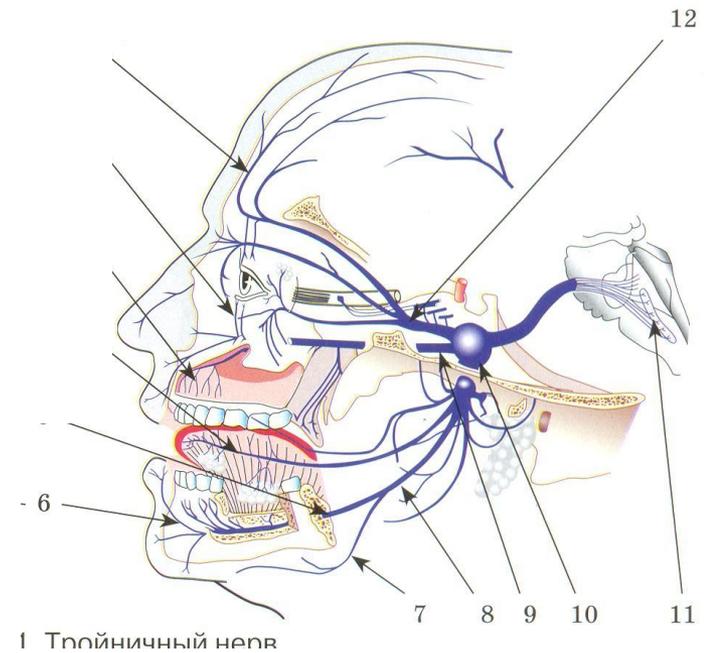
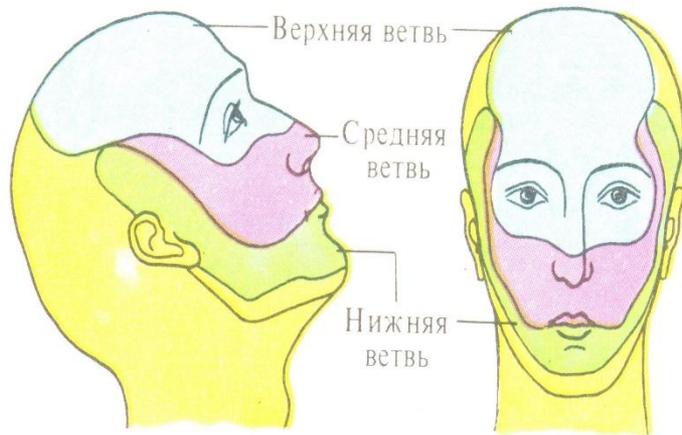
# Блок-схема проводящих путей болевой и температурной чувствительности

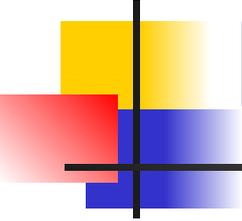


# Специфические пути

- **Спиноталамический боковой:** спинномозговой узел (1-й нейрон) – задние рога спинного мозга (2-й нейрон) – специфические ядра таламуса (3-й нейрон) – задняя центральная извилина (место проекции соответствующих рецепторов) – ощущение боли с четкой локализацией
- **Тригемиготаламический – проведение дентальной боли:** ноцицепторы лица, слизистой полости рта, языка, периодонта и пульпы зуба- по чувствительным волокнам тройничного нерва – 1-й чувствительный нейрон в узлах тройничного нерва – продолговатый мозг (ядро тройничного нерва – 2-й нейрон) – специфические ядра таламуса- задняя центральная извилина (проекция различных зубов и других органов челюстно-лицевой области)

# Тройничный нерв



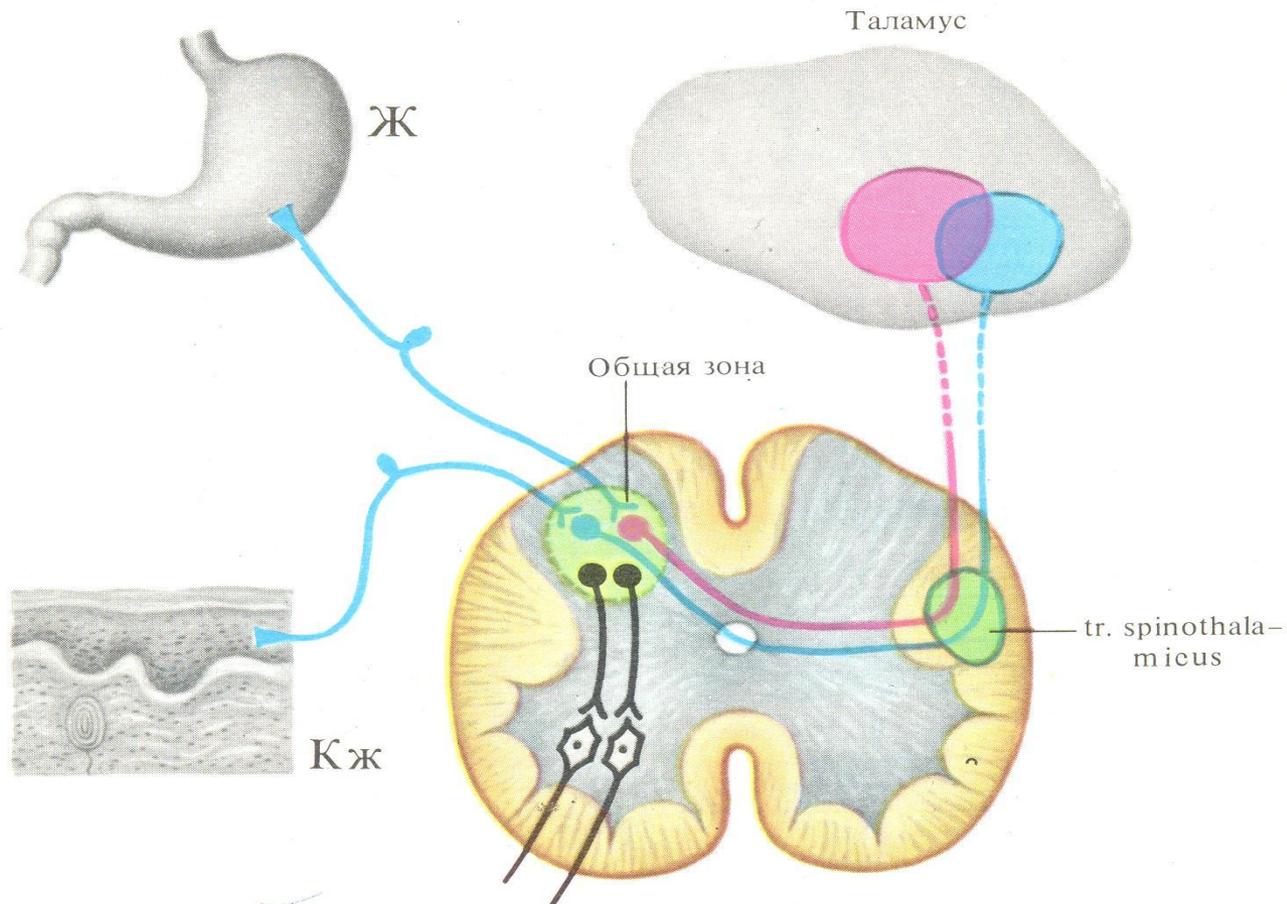
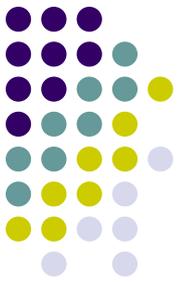


# Механизм отраженной боли

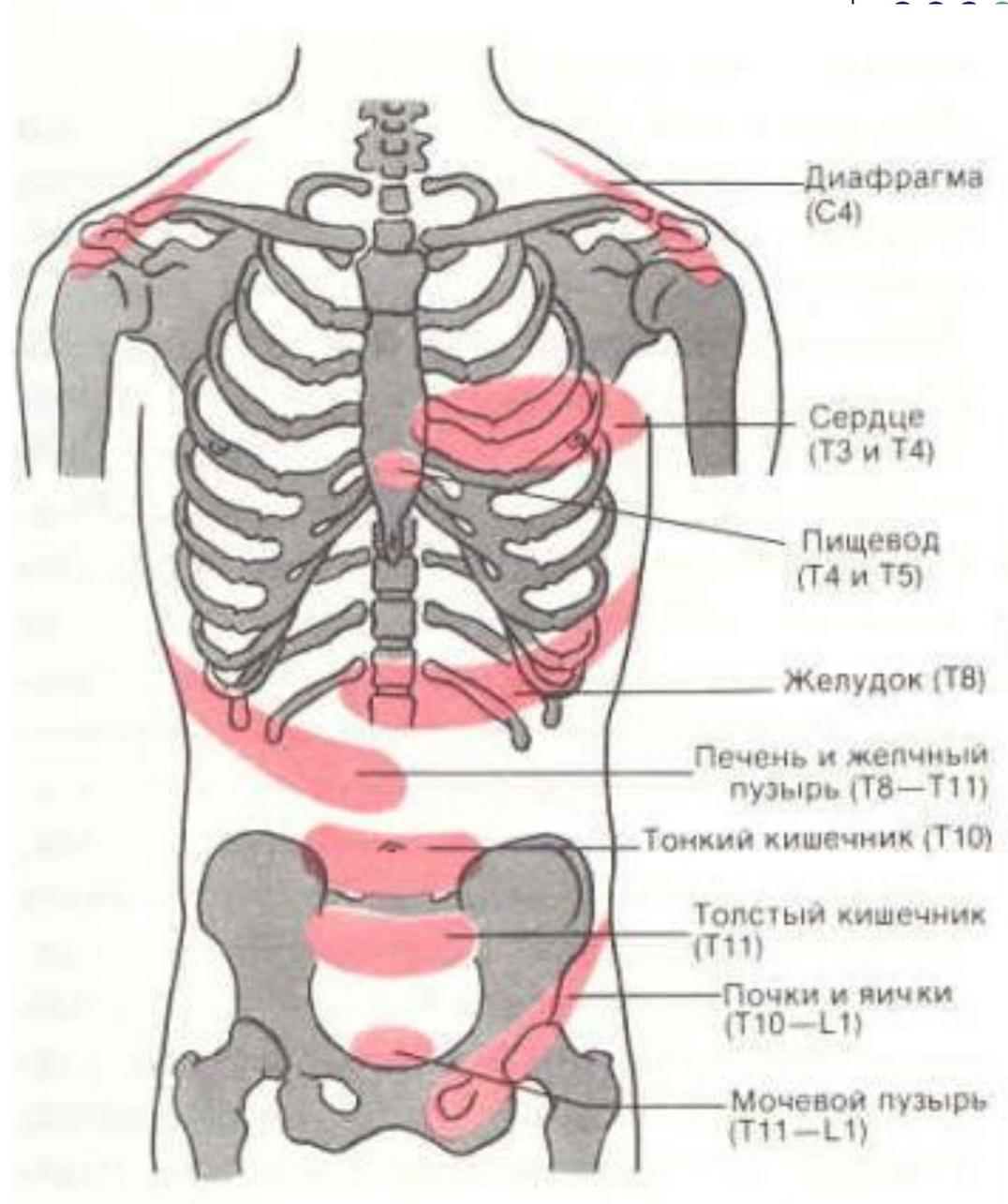
---

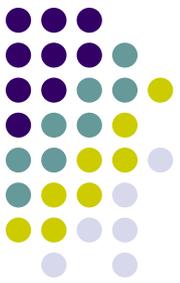
На одних и тех же нейронах спинного мозга (2-й нейрон) заканчиваются аксоны афферентных нейронов от R кожи и от внутренних органов

# Механизм отраженной боли



## Положение зон Геда внутренних органов и их соотношение с дерматомами





# Неспецифические пути

- **Спино-ретикуло-таламический**
  - включают несколько переключений от 2-го нейрона: ретикулярная формация – гипоталамус – лимбическая система – неспецифические ядра таламуса – диффузно к КБП (теменная и лобная доли)
  - ощущение диффузной (протопатической) боли

# Неспецифические пути

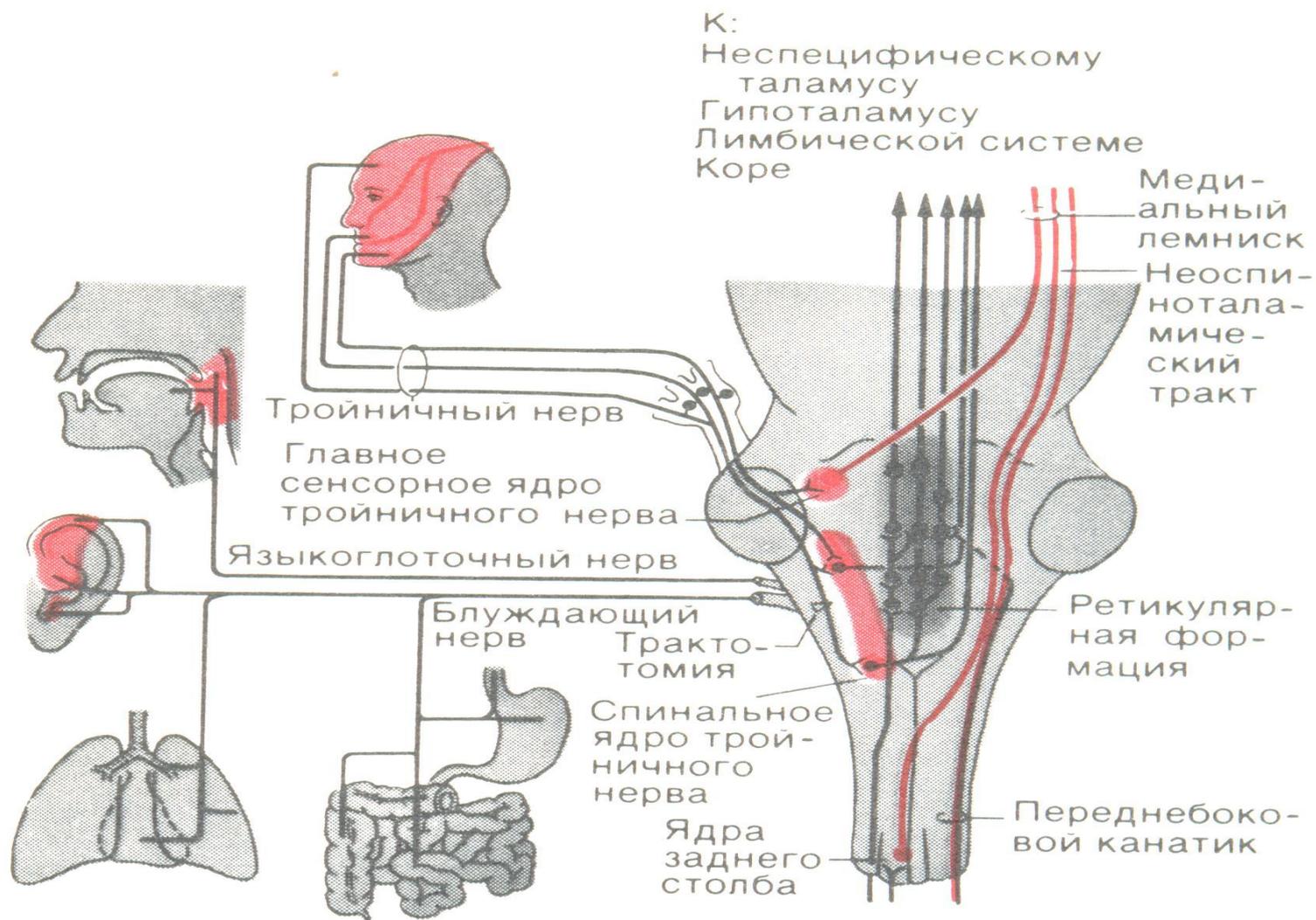


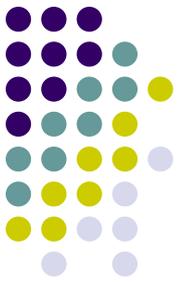
Рис. 9-7. Схема соматосенсорных путей.

ди-  
 ний  
 ниск  
 эспи-  
 тала-  
 че-  
 тий  
 икт

ляр-  
 эр-

юко-  
 ик

# Компоненты системной болевой реакции организма



- Соматический- напряжение мышц, двигательная реакция (переключение со 2-го чувствительного нейрона на двигательный)
- Вегетативный (роль ГПТ)
- Эмоциональный (роль лимбической системы)
- Бодрствование, сознание (роль Rf)
- Мотивация избавления от боли – целенаправленное поведение

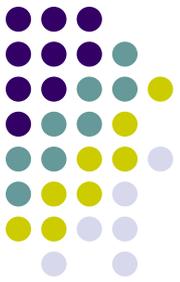
# Антиноцицептивная система



Это эндогенная система контроля и регуляции болевой чувствительности, эфферентный контроль за проведением болевых сигналов. Включает несколько компонентов и уровней:

- **Эндогенные опиаты** (эндорфины, энкефалины, динарфины)- угнетают действие алгогенов на ноцицепторы, тормозят проведение болевых сигналов
- **Серотонин-, норадреналин-, дофаминергические нейроны** – блокируют переключение болевых путей в задних рогах спинного мозга и сенсорных ядрах тройничного нерва

# Уровни антиноцицептивной системы



- Ствол мозга – продолговатый и средний мозг (серотонин- и адренергические механизмы), ключевую роль выполняют *ядро шва и центральное серое околосводное вещество* – осуществляют срочный механизм эндогенного обезболивания, нисходящий тормозной контроль
- Гипоталамус – длительно действующий механизм, ограничивающий восходящий поток болевых сигналов (эндогенные опиаты, норадреналин, дофамин)
- КБП – осуществляет постоянное тормозное влияние на активность ноцицептивной системы на всех уровнях- **тони́ческий механизм эндогенного обезболивания**

# Эфферентные тормозные влияния на пути болевой чувствительности

