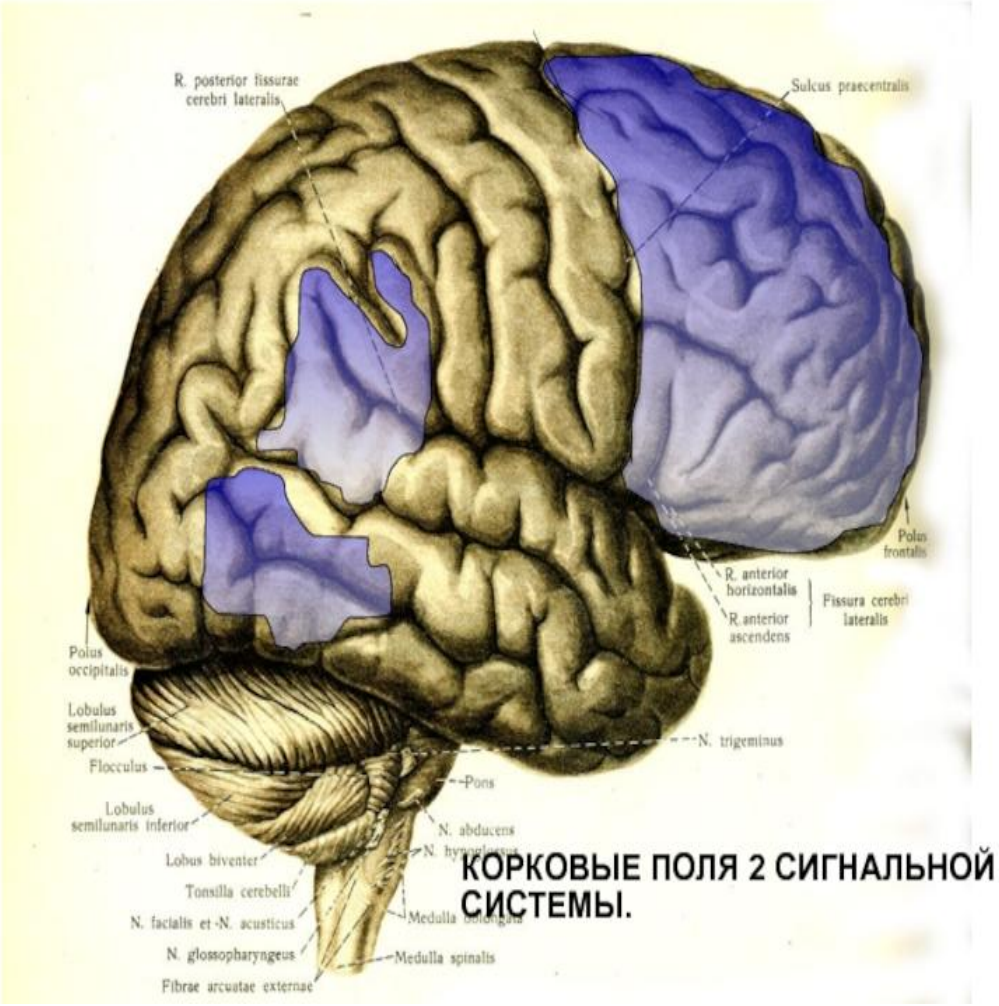
Кафедра нормальной физиологии ДГМУ

Доц. А.Х. Измайлова



- **<u>Тема лекции</u>:**

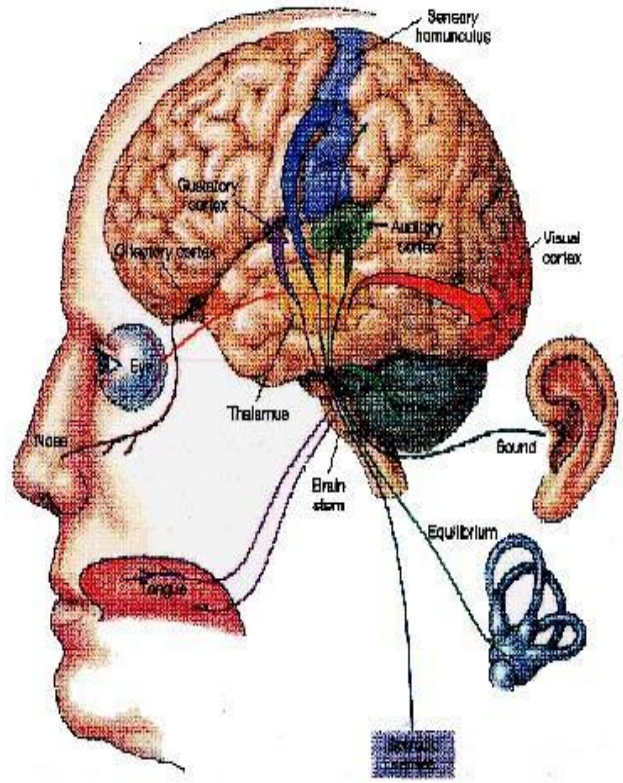
ФИЗИОЛОГИЯ СИНТЕЗ-АНАЛИЗАТОРНЫХ СИСТЕМ.

- **Часть 1**

План лекции

1. Понятие о синтез-анализаторных системах (САС);
2. Классификация САС, отделы и общие принципы строения;
3. Периферический отдел САС. Механизм генерации рецепторного потенциала и потенциала действия;
4. Принцип кодирования информации. Обработка информации на разных уровнях САС.

Синтез-анализаторные системы (САС)



Это совокупность центральных и периферических образований, обеспечивающих:

- - восприятие сигналов внешней и внутренней среды;
- - передачу их в ЦНС (кору больших полушарий;
- - обработку информации.

Термин «анализатор» был сформулирован академиком И.П. Павловым, который традиционное учение об органах чувств преобразовал в учение об анализаторах как целостных “приборов”, осуществляющих постоянный анализ сигналов внешней и внутренней среды.

По инициативе зав. кафедрой нормальной физиологии профессора Г.Г. Мусалова (1964-2013), на нашей кафедре используется термин «синтез-анализаторная система» (САС), который отражает 2 стороны процесса обработки информации: анализ и синтез.

КЛАССИФИКАЦИЯ САС

1. Внешние анализаторы - воспринимают и анализируют сигналы внешней среды. К ним относятся – зрительный, слуховой, обонятельный, вкусовой, тактильный и температурный САС.

2. Внутренние (висцеральные) анализаторы – воспринимают и анализируют изменения внутренней среды организма.

Информация, идущая из внутренней среды, играет важную роль в регуляции функций внутренних органов, обеспечивает постоянство показателей внутренней среды организма.

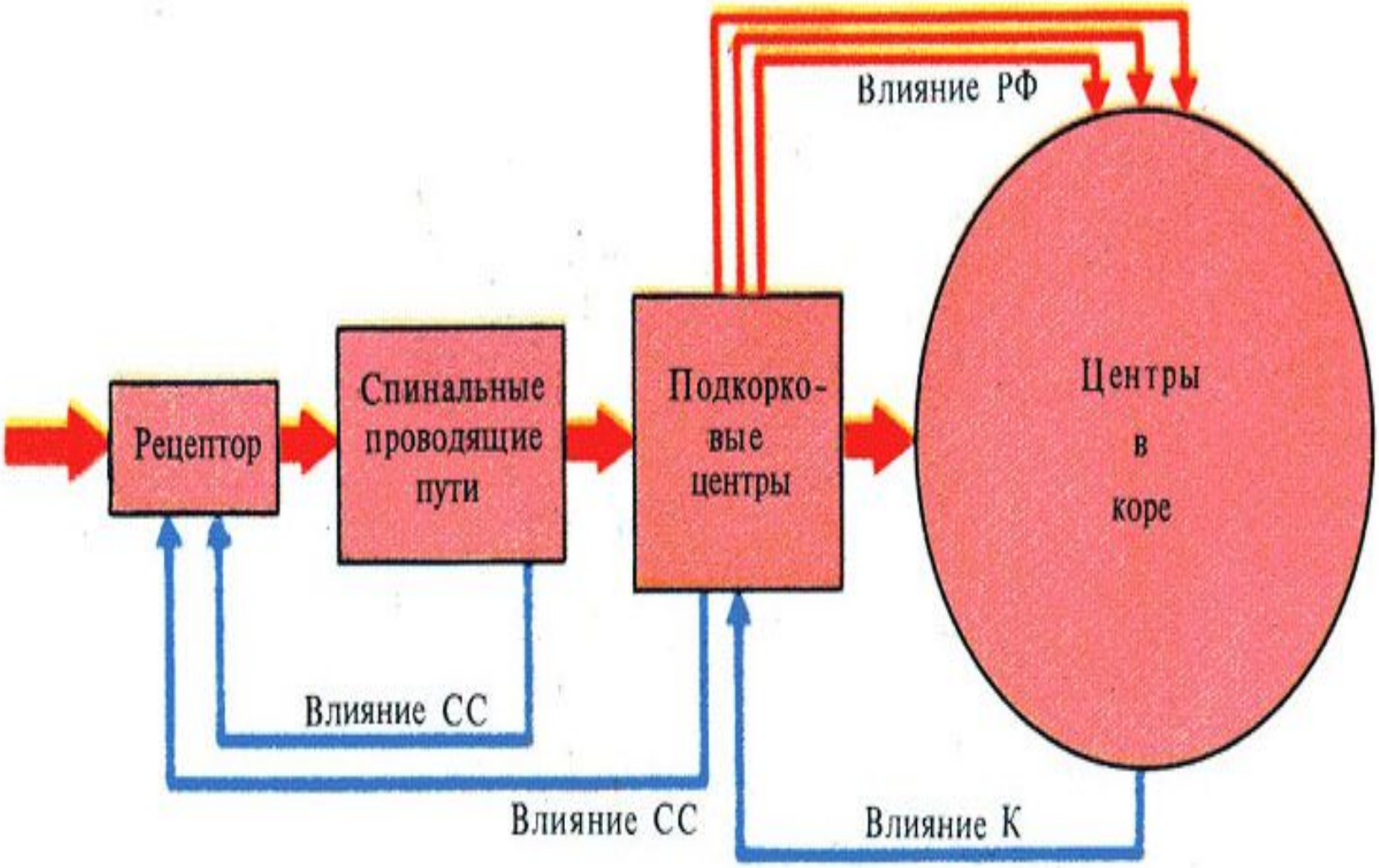
Изменение некоторых констант внутренней среды – снижение содержания воды, питательных веществ, повышение уровня половых гормонов вызывают эмоционально окрашенные ощущения (жажда, голод, половое влечение).

3. Анализаторы положения тела – (вестибулярный и двигательный) - воспринимают и анализируют изменения положения тела в пространстве и частей тела относительно друг друга.

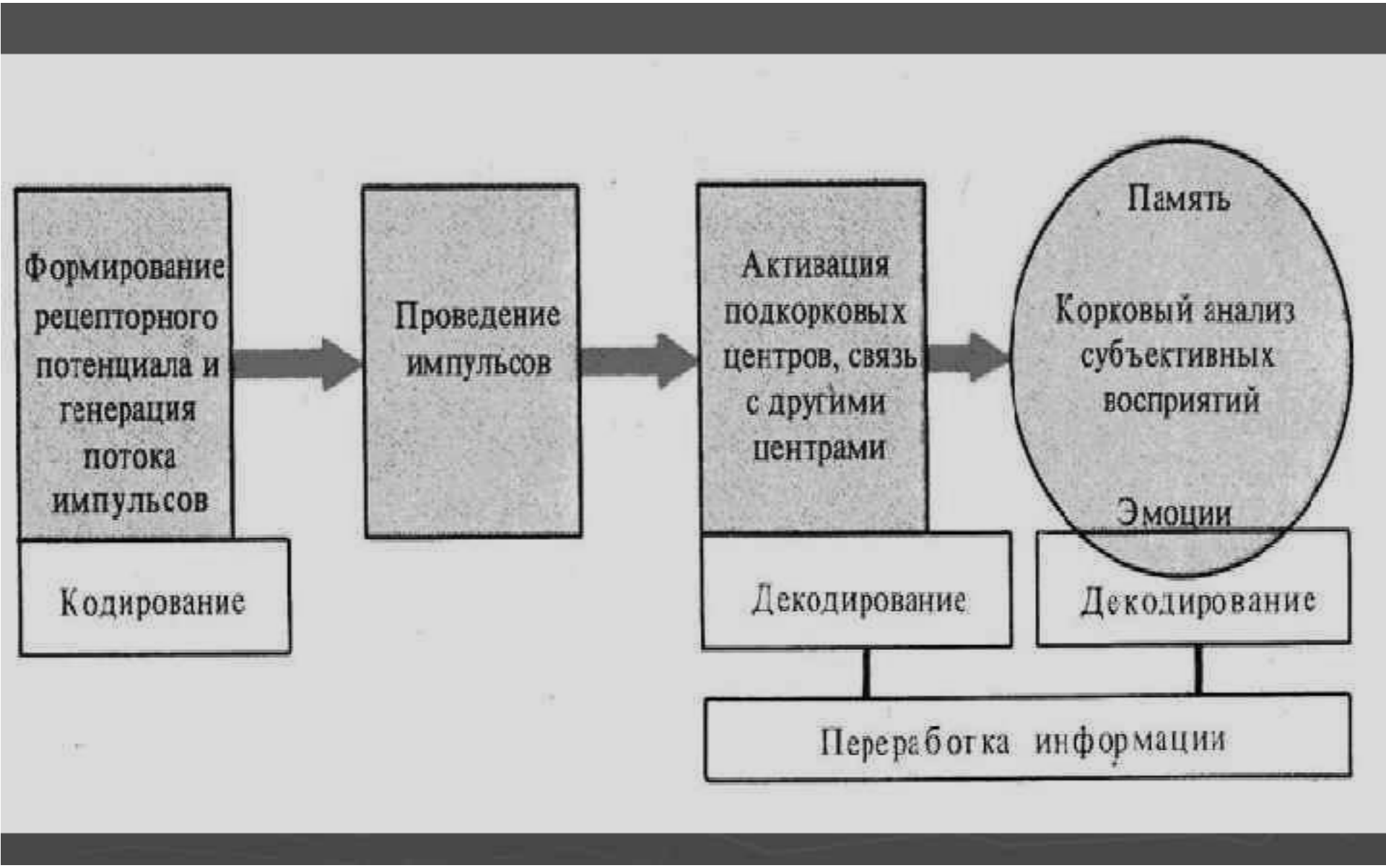
4. Болевой анализатор – информирует организм о повреждающих действиях. Ощущение боли может возникать при раздражении как экстеро-, так и интерорецепторов.

ОТДЕЛЫ САС:

1. Периферический (рецепторный) – осуществляет восприятие энергии раздражителя и трансформацию её в специфический процесс возбуждения.
2. Проводниковый - осуществляет передачу возникшего возбуждения в кору головного мозга (представлен афферентными и промежуточными нейронами спинного и головного мозга).
3. Центральный (корковый) – осуществляет высшие процессы анализа и синтеза возбуждений (представлен соответствующими зонами коры головного мозга).

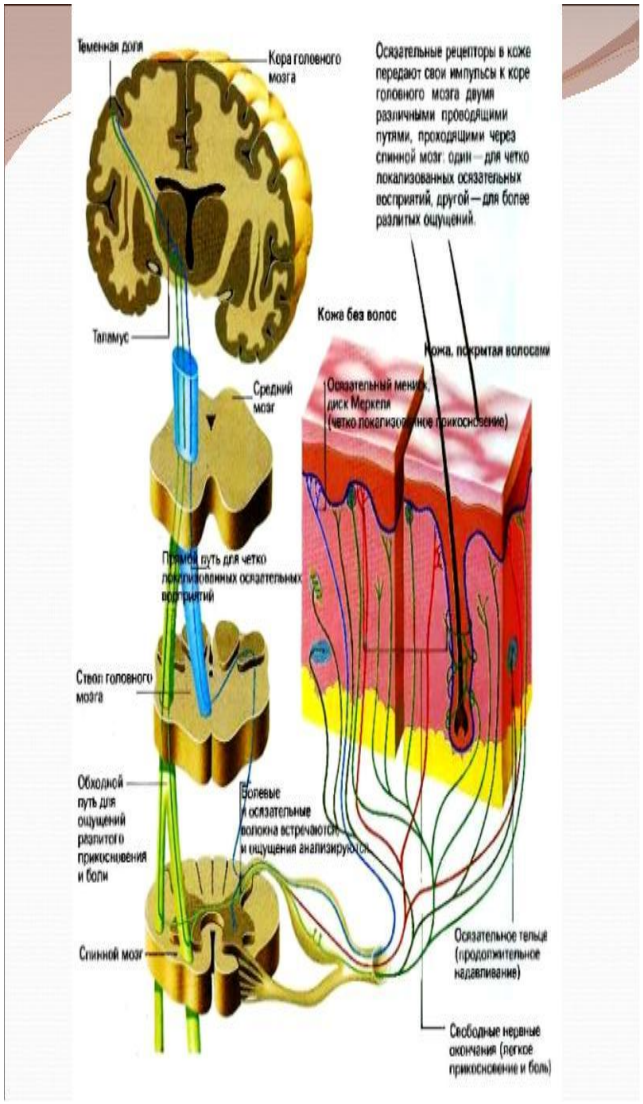

Влияние РФ
Рецептор
Спинальные проводящие пути
Подкорко-вые центры
Центры в коре
Влияние СС
Влияние СС
Влияние К

Этапы деятельности САС



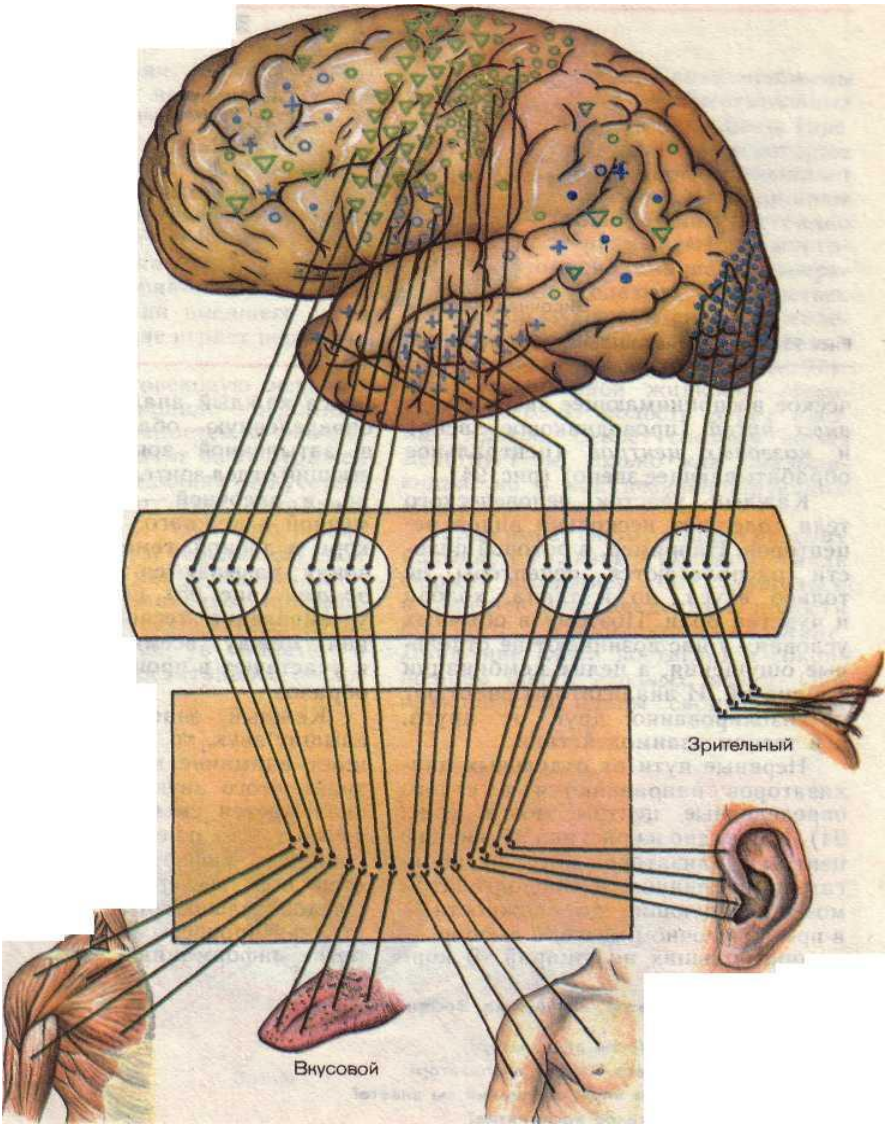
ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ СТРОЕНИЯ САС

1.Многослойность - т.е. наличие



<u>нескольких слоев нервных клеток</u>, первый из которых связан с рецепторами, а последний – с нейронами коры б.п. Это дает возможность специализировать нейронные слои на переработке разных видов сенсорной информации, а также позволяет организму быстро реагировать на простые сигналы, анализируемые уже на первых уровнях.

2. Многоканальность - т.е. наличие в каждом слое множества нервных клеток, связанных с множеством клеток следующего слоя. Параллельные каналы передачи и обработки информации обеспечивают точность, детальность анализа сигналов и большую надежность.



3. «Сенсорные воронки» -

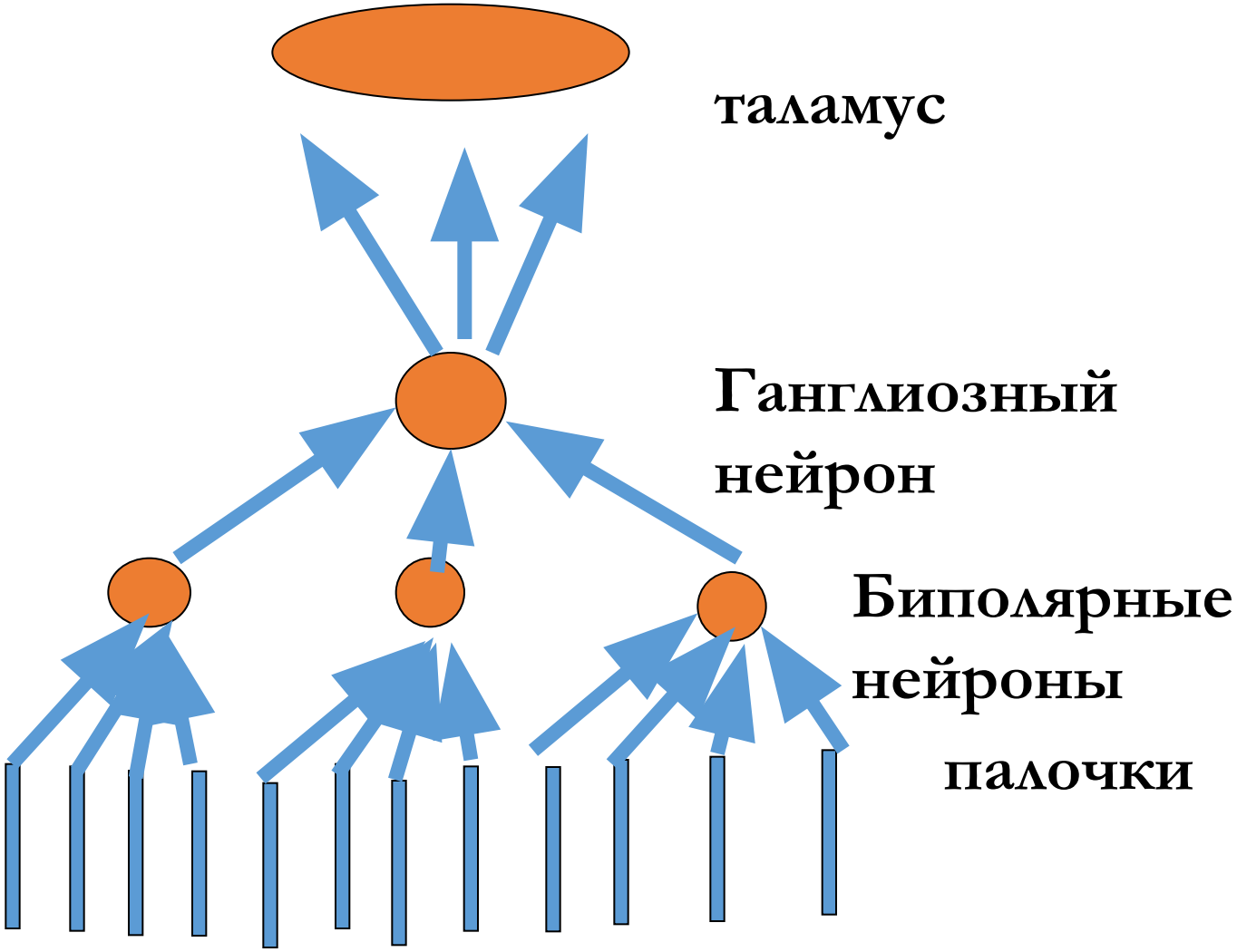
разное число элементов в соседних слоях.

«Суживающаяся воронка»– уменьшение элементов последующего слоя, а «расширяющаяся воронка» – увеличение.

Физиологический смысл «суживающейся воронки» — в уменьшении избыточности информации,

а «расширяющейся» – в обеспечении дробного и сложного анализа разных признаков сигнала.

Сенсорные воронки



4. Дифференциация по вертикали и горизонтали.

- По вертикали – образование отделов, состоящих из нескольких нейронных слоев и осуществляющих определенную функцию.
- По горизонтали - различные свойства рецепторов, нейронов и связей между ними в пределах каждого из слоев.

- Основные функции сенсорной системы:

1. обнаружение сигналов;
2. различение;
3. передача и преобразование;
4. кодирование;
5. детектирование признаков;
6. опознавание образов.

- Обнаружение сигналов -

начинается в рецепторе, который является преобразователем внешних стимулов в информационную систему кодируемых нервных импульсов.

- Рецептор – это специализированная структура (клетка или окончание афферентного нейрона), которая в процессе эволюции приспособилась к восприятию раздражителя внутренней и внешней среды путем преобразования энергии стимула (раздражителя) в изменение проницаемости своей мембраны.

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЦЕПТОРОВ

1. <u>По расположению</u>:

-1. Экстерорецепторы - воспринимают сигналы внешней среды (зрительные, слуховые, обонятельные и др.);

- 2. Интерорецепторы - воспринимают сигналы внутренней среды.

К ним относят:

- висцеральные рецепторы
- вестибулорецепторы
- проприорецепторы.

2. *В зависимости от вида раздражителя, который воспринимают рецепторы, различают:*

- Механо-рецепторы: воспринимают механические раздражения
- Фото-рецепторы: воспринимают кванты световой энергии
- Терморецепторы: воспринимают температурные раздражения
- Хеморецепторы: воспринимают химические раздражения
- Фонорецепторы: реагируют на звук

3. *По степени специфичности:*

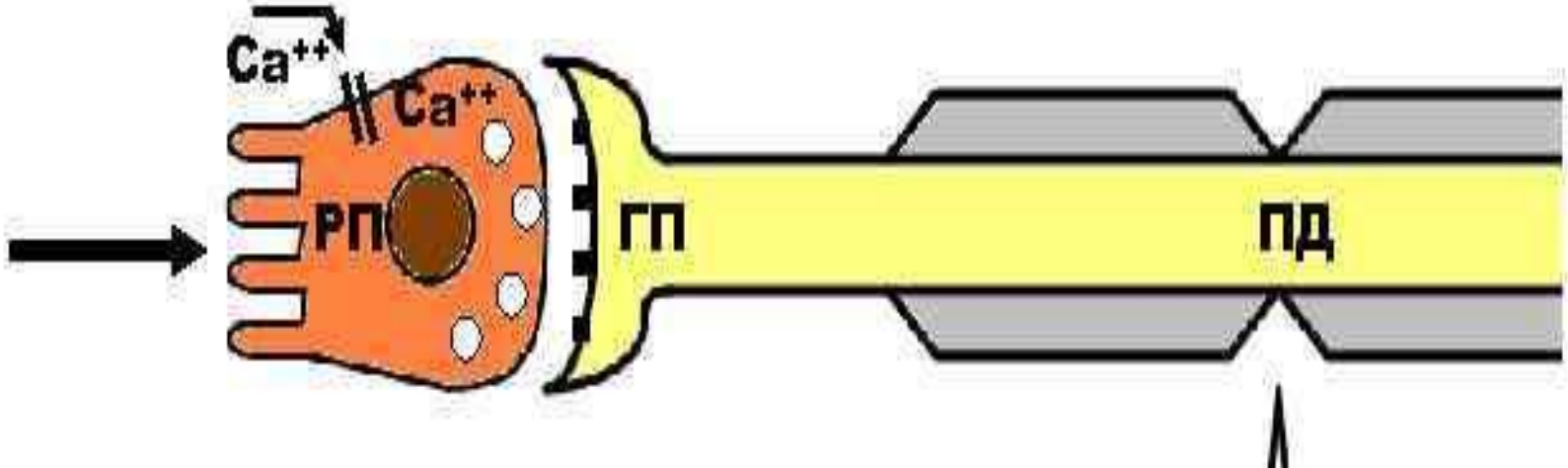
- Мономодальные (моносенсорные) – способные воспринимать один определенный раздражитель (фоторецепторы - свет; фонорецепторы – звук и т.д.)
- Полимодальные (полисенсорные) – способные реагировать на два или несколько раздражителей (например, болевые рецепторы – ноцицепторы, реагируют на механические, химические и температурные

4. *По структурно-функциональной организации:*

- Первичные (рецепторами являются чувствительные окончания самого афферентного нейрона);
- Вторичные (рецепторами являются специализированные клетки: зрительные, слуховые, вкусовые, вестибулярные. Их возбуждение вторично передается на афферентный нейрон.

ВТОРИЧНЫЕ РЕЦЕПТОРЫ

- **Вторичный рецептор – имеет специальную рецепторную клетку, которая синаптически связана с чувствительным нервным окончанием.**
- **К вторичным рецепторам относятся 4 рецептора: зрительный, слуховой, вестибулярный и вкусовой.**
- **МЕХАНИЗМ ВОЗБУЖДЕНИЯ:**



5. По взаиморасположению раздражителя и рецептора:

- дистантные – воспринимают раздражитель на расстоянии (зрение, слух, обоняние);
- контактные – реагируют при непосредственном контакте с раздражителем (вкус).

6. По степени адаптации:

– быстроадаптирующиеся (тактильные);

– медленноадаптирующиеся (температурные);

– практически неадаптирующиеся (вестибулярные и проприорецепторы).

7. По характеру ощущений:

– слуховые;
– зрительные;
– обонятельные;
– осязания;
– болевые;
– температурные.

ФОРМИРОВАНИЕ РЕЦЕПТОРНОГО ПОТЕНЦИАЛА

- Процесс преобразования энергии стимула (сигнала) в изменение проницаемости мембраны с последующим формированием рецепторного потенциала мембраны получил название трансдукции.

Включает в себя 3 основных этапа:

1. взаимодействие стимула с рецепторным белком, находящимся в мембране рецепторной клетки;
2. внутриклеточные процессы усиления и передачи сенсорного стимула в пределах рецепторной клетки;
3. активация ионных каналов мембраны, через которые начинает течь ионный ток, что, как правило, приводит к деполяризации клеточной мембраны рецепторной клетки (возникает рецепторный потенциал). В фоторецепторах, наоборот, возникает гиперполяризация.

Механизм возникновения возбуждения в первичночувствующих рецепторах

I этап - специфическое взаимодействие раздражителя с мембраной рецептора;

II этап - возникновение рецепторного потенциала в месте взаимодействия раздражителя с рецептором;

III этап -- электротоническое распространение рецепторного потенциала к аксону нейрона;

IV этап - генерация потенциала действия;

V этап - проведение потенциала действия по нервному волокну в ортодромном направлении.

Механизм возникновения возбуждения во вторичночувствующих рецепторах

I – III этапы – совпадают с такими же этапами в первичночувствующих рецепторах, но протекают они в специализированной рецепторной и заканчиваются на её пресинаптической мембране;

IV этап – выделение медиатора пресинаптическими структурами рецепторной клетки;

V этап - возникновение генераторного потенциала на постсинаптической мембране нервного волокна;

VI этап – электротоническое распространение генераторного потенциала по нервному волокну;

VII этап - генерация потенциала действия (ПД) электрогенными участками нервного волокна;

VIII этап – проведение ПД по нервному волокну в ортодромном направлении.

2.2. Проводниковый отдел сенсорных систем и его функции

- частичная переработка информации
- проведение возбуждения от рецепторов в мозг:

*1) **специфический** проекционный путь*

– от рецептора по специфическим путям с переключением на различных уровнях ЦНС

*2) **неспецифический** путь* включает

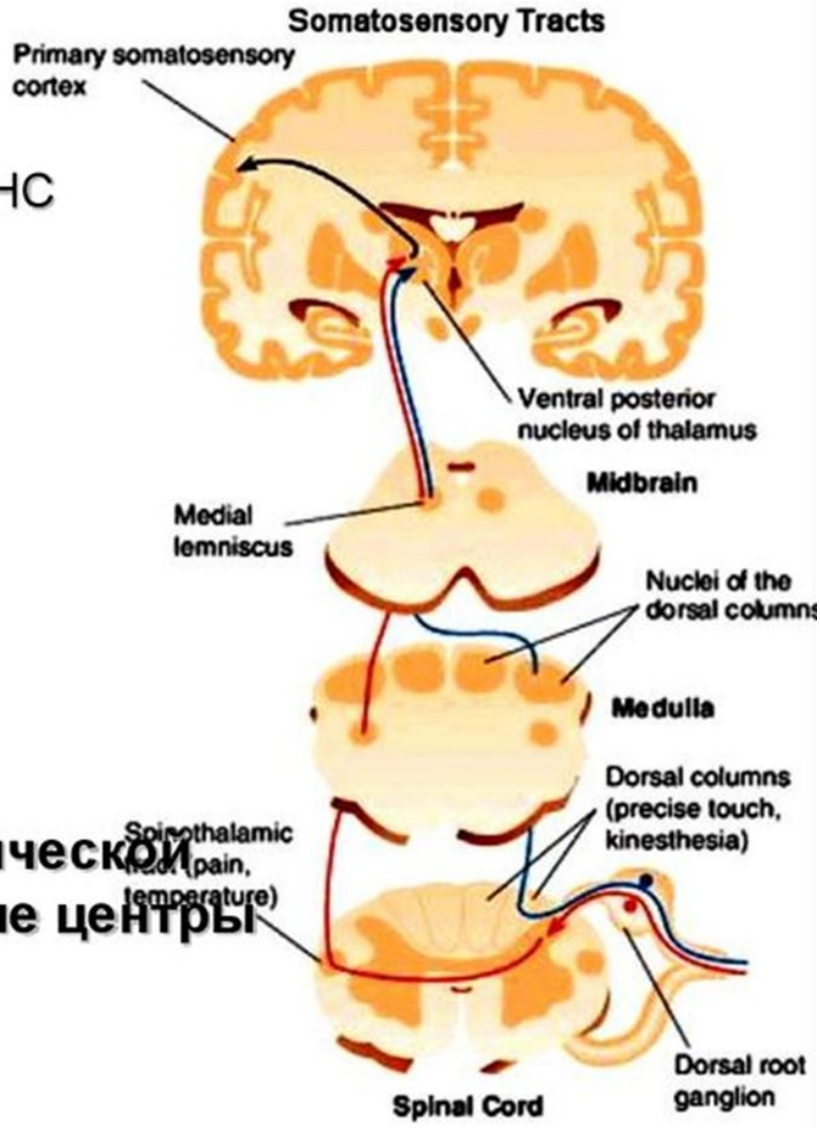
- **ретикулярную формацию (РФ)**

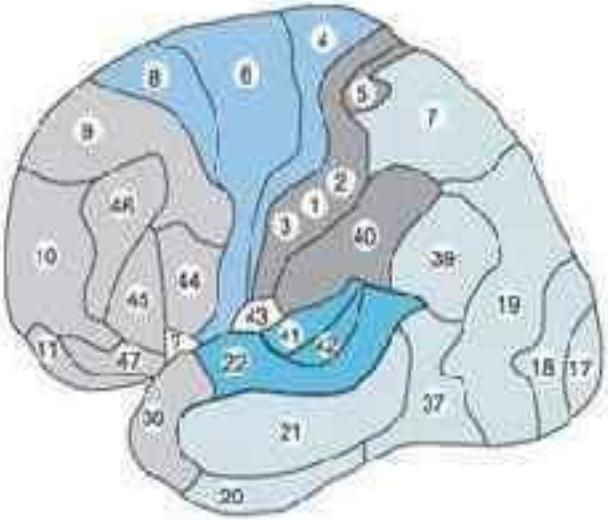
– к РФ конвергируют афф. возбуждения от других анализаторов

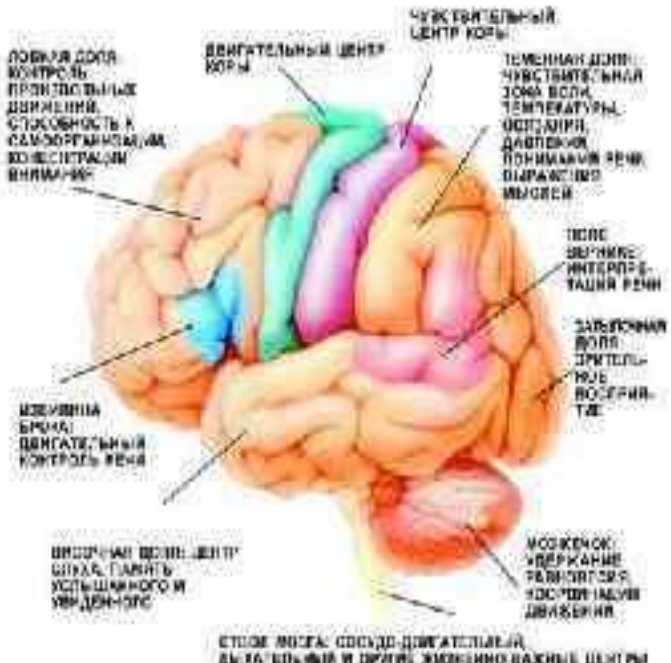
– афферентные возбуждения теряют специфические свойства (сенсорную модальность)

- **гипоталамус и другие отделы лимбической системы мозга, а также двигательные центры** (за счет коллатералей)

– вегетат., эмоц. и двигат.компоненты сенсорных реакций.







Центральный или **корковый отдел анализаторов** представлен **первичными проекционными зонами**, в которых возникает представление о модальности сигнала, т.е. его силе и качестве. Они окружены **вторичными ассоциативными** полями коры, где происходит идентификация и классификация сигнала, т.е. определение «что это такое?». Активация первичных проекционных зон происходит по специфическим путям, тогда как ассоциативных – по неспецифическим и внутренним ассоциативным волокнам.

Общие свойства САС

- Высокая чувствительность к адекватному раздражителю;
- Способность к адаптации;
- Инерционность (медленное возникновение и медленное исчезновение ощущений);
- Доминантные взаимодействия анализаторов: один анализатор может подавлять возбуждение в другом.
- Одинаковый принцип кодирования информации (принцип двоичного кода).

Различение сигналов -

это способность замечать различия в свойствах одновременно или последовательно действующих раздражителей. Характеризует то минимальное различие между стимулами, которое сенсорная система может заметить (дифференциальный, или разностный порог). Различение начинается в рецепторах, но в нем участвуют нейроны всей сенсорной системы.

Различение силы раздражителей

Закон Вебера:

Порог различения интенсивости раздражителя практически всегда выше ранее действовавшего раздражения на определенную долю.

Так, усиление давления на кожу руки ощущается, если увеличить груз на 3 %. К 100 г добавить 3 г, к 200 г – 6 г, к 600 г – 18 г и т.д.

Эта зависимость ощущения от силы раздражения выражается формулой:

$$dI / I = const$$

где I – сила раздражения, dI – ощущаемый прирост (порог различения), const – постоянная величина.

Закон Вебера-Фехнера

Однако спонтанная активность сенсорной системы существенно влияет на абсолютный порог особенно при малых и очень сильных воздействиях. Соответственно, справедливость закона Вебера имеет ограничения.

Фехнер обнаружил, что интенсивность ощущения растет не линейно (как у Вебера), а логарифмически:

$$E = a \log I + b,$$

где E – величина ощущения, I – сила раздражения, a и b – константы.

- Эта формула описывает психофизический закон Фехнера более известный как закон Вебера-Фехнера – ощущение раздражения увеличивается пропорционально логарифму раздражения.

Пространственное различение

Основано на распределении возбуждения в слое рецепторов и в нейронных слоях. Если 2 раздражителя возбудили 2 соседних рецептора, то различение этих раздражителей невозможно, и они будут восприняты как единое целое.

Необходимо, чтобы между двумя возбужденными рецепторами находился хотя бы один – невозбужденный.

Кодирование информации

- Информации в САС кодируется в условную форму – двоичный код - наличием или отсутствием электрического импульса в тот или иной момент времени. Такой способ прост и устойчив к помехам.
- Сигналы о раздражении, его параметрах передается в виде отдельных импульсов, групп или «пачек» импульсов («залпов» импульсов). Амплитуда, длительность и форма каждого импульса одинаковы. Но число импульсов в пачке, частота их следования, длительность пачек и интервалов между ними, «временной рисунок пачки», различны и зависят от характеристик стимула.

Особенности кодирования информации в САС

- В сенсорных системах, в отличие от телефонных или телевизионных - нет декодирования. Для одного и того же сигнала используется несколько кодов: частотой и числом импульсов в пачке, числом возбужденных нейронов и их локализацией в слое.

- В коре б.п. осуществляется позиционное кодирование. Определенный признак раздражителя вызывает возбуждение нейрона или небольшой группы нейронов в определенном месте нейронного слоя. Для периферических отделов - типично временное кодирование признаков раздражителя, а на высших уровнях — переход к преимущественно пространственному (по зиционному) кодированию.

Детектирование сигналов -

это избирательное выделение сенсорным нейроном того или иного признака раздражителя. Такой анализ осуществляют нейроны-детекторы, избирательно реагирующие на определенные пара метры стимула. Например, ответ нейрона зрительной области коры на определенную ориентацию темной или светлой полоски, рас положенной в определенной части поля зрения. В высших отделах сенсорных систем сконцентрированы детекторы сложных признаков и целых образов.

Опознание образов -

является конечной и наиболее сложной операцией сенсорной системы. Синтезируя сигналы от нейронов-детекторов, высший отдел сенсорной системы формирует «образ» раздражителя и сравнивает его с множеством образов, хранящихся в памяти. Опознание завершается принятием решения о том, с каким объектом или с какой ситуацией встретился организм: чье лицо мы видим, кого слышим, какой запах чувствуем. Опознание происходит независимо от изменчивости сигнала. Т.е. сенсорная система формирует независимый от изменений ряда признаков сигнала (инвариантный) сенсорный образ.

Адаптация сенсорной системы

Это общее свойство сенсорных систем, заключающееся в приспособлении к длительно действующему (фоновому) раздражителю. Она проявляется в снижении абсолютной и повышении дифференциальной чувствительности сенсорной системы (исключение составляет вестибуло- и проприорецепторы).

По скорости адаптации все рецепторы делятся на быстро- и медленно адаптирующиеся. Первые после развития адаптации практически не посылают в мозг информацию о длящемся раздражении.

Вторые передают информацию в значительно ослаб ленном виде. Если действие раздражителя прекращается, то чувствительность рецептора восстанавливается.

Взаимодействие сенсорных систем

Осуществляется на спинальном, ретикулярном, таламическом и корковом уровнях. Особенно широка интеграция сигналов в ретикулярной формации. В коре больших полушарий происходит интеграция сигналов высшего порядка. Межсенсорное (кросс-модальное) взаимодействие на корковом уровне создает условия для формирования «схемы (карты) мира» и непрерывной увязки, координации с ней собственной «схемы тела» организма.

Спасибо за внимание!