

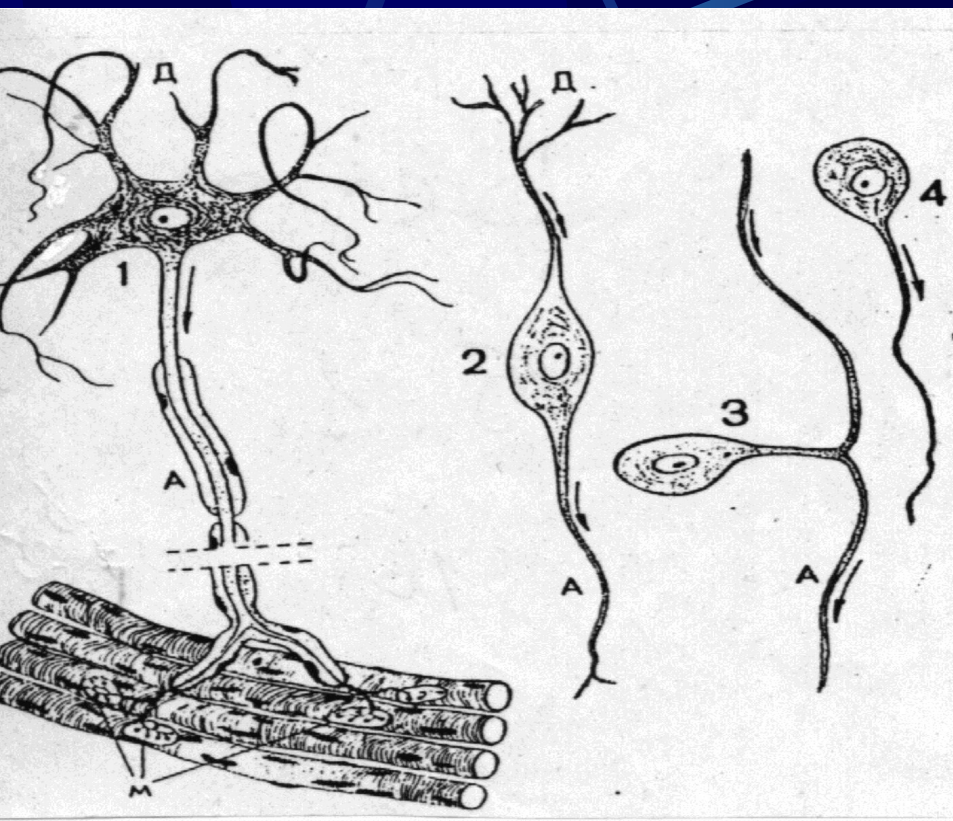
# Нейронная регуляция

1. Отличие нейронной регуляции от гуморальной.
2. Рефлекторный принцип регуляции.
3. Физиологическая характеристика нерва.
4. Физиологическая характеристика нервных центров.

# Отличие нейронной регуляции от гуморальной.

- Точность «адресата».
- Рефлекторный принцип регуляции.
- Включение на конечном этапе гуморальное звено (более «древнее») - медиатора.

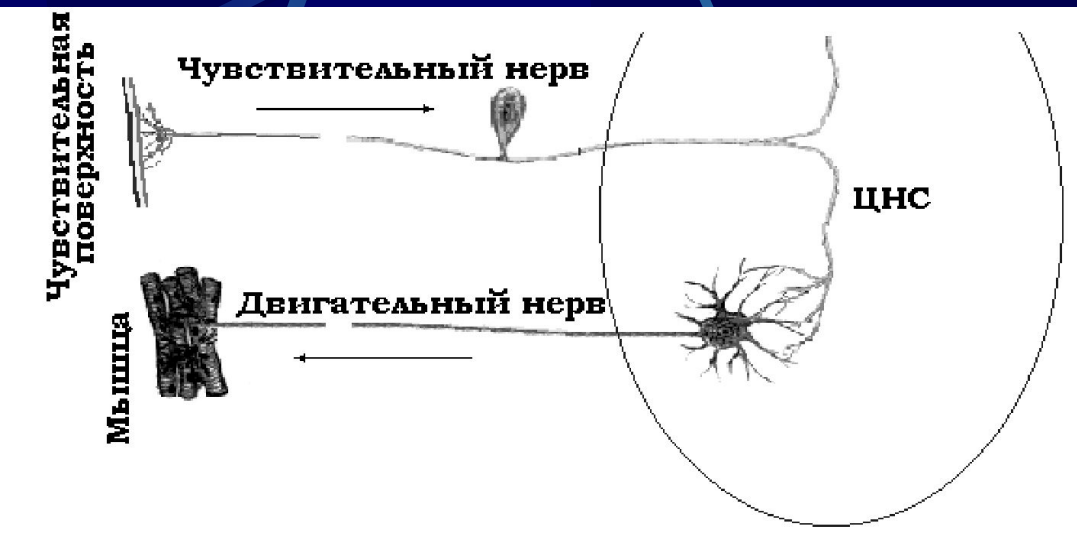
# Нейроны



- 1 - мультиполярный нейрон;
- 2 - биполярный нейрон;
- 3 - псевдополярный нейрон;
- 4 - униполярный нейрон.
- А - аксон. Д - дендриты.
- М - моторные бляшки на скелетных мышцах.

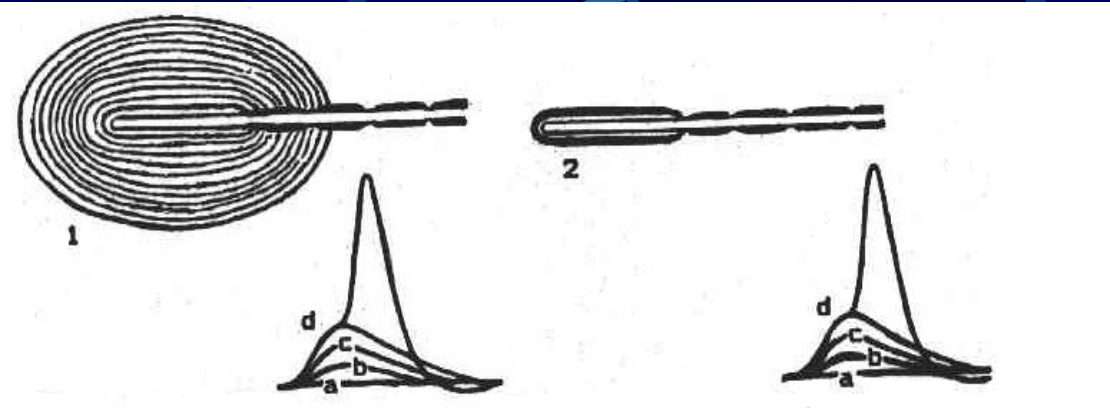
# 1. Рефлекторный принцип организации нервной регуляции

**Рефлексом** называется стереотипная реакция организма или его отдельных органов на сенсорный стимул, развивающаяся при участии различных образований нервной системы.



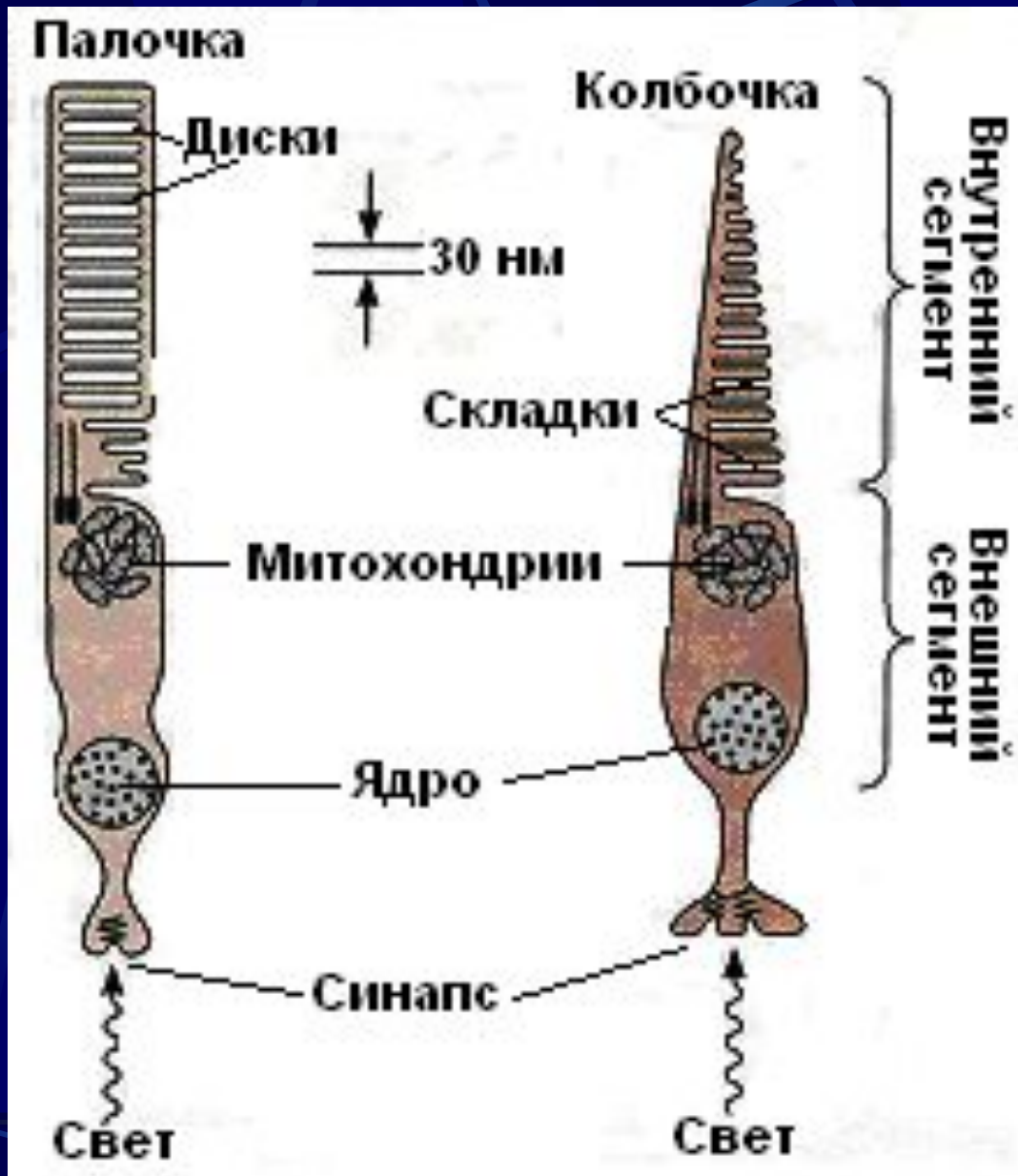
- Рефлекторная дуга – структурная основа рефлекса:
    - афферентная часть,
    - нервный центр,
    - эфферентное звено.
- Обратная связь.

# Первично чувствующие рецепторы



- Это нервные окончания чувствительных нейронов. При действии на них раздражителя возникает ПД.
- Суммация РП в первичночувствующих рецепторах:
- **a** - при отсутствии раздражителя,
- **b, c, d** - при возрастании интенсивности действующего раздражителя

# Вторично чувствующие рецепторы



- Это специализированные клетки, особо чувствительные к действия какого-либо раздражителя.
- При возникновении в них РП выделяется медиатор, передающий возбуждение на нервное окончание чувствительного нейрона.

## Основной принцип рефлекторной регуляции

- Обеспечивается точность регуляции, в основе которой лежит *получение* информации от органа, ее ***анализ*** в нервном центре и дозированная ***точность*** эфферентной сигнализации к исполнительному органу.

# Глиальные клетки:

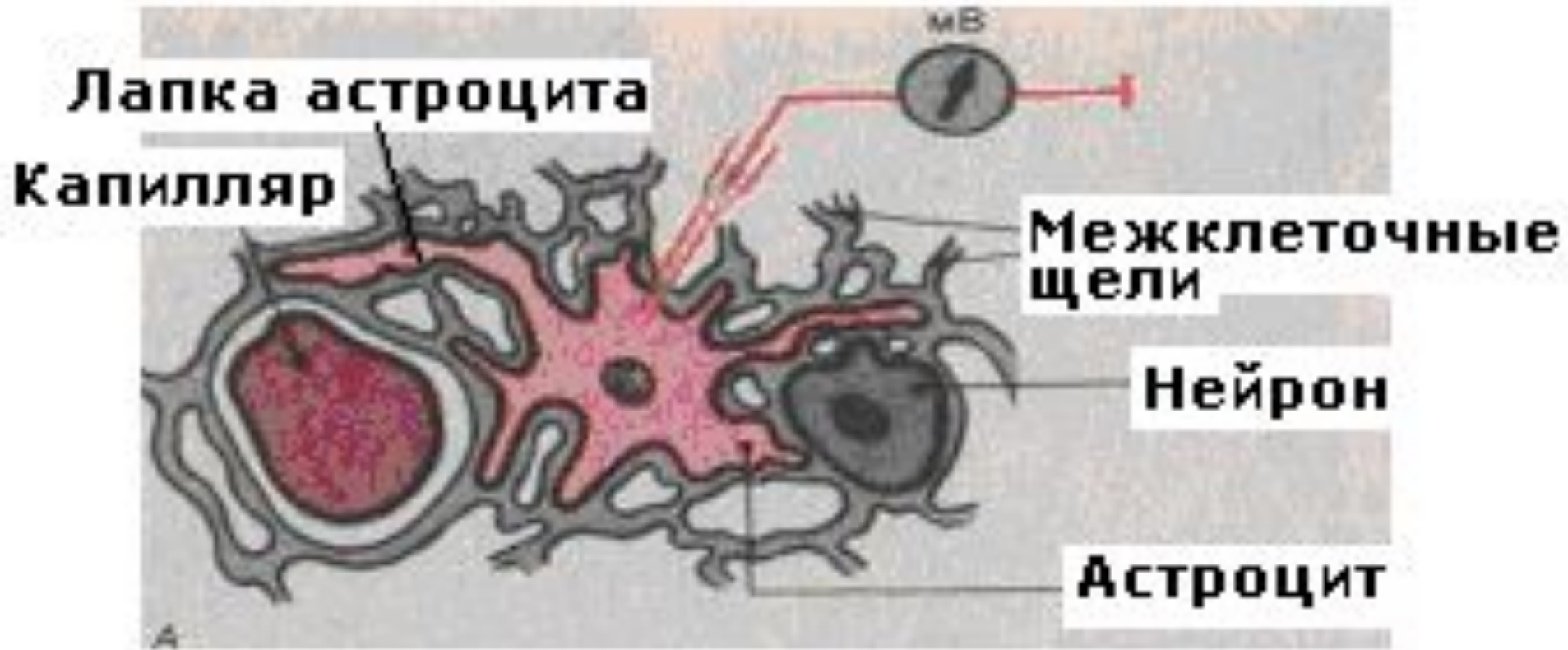
## Астроциты

- Резорбция ряда медиаторов
- Временное поглощение некоторых ионов (например,  $K^+$ ) из межклеточной жидкости в период активного функционирования соседних нейронов
- Создание гематоэнцефалического барьера
- Синтез ряда факторов, относимых к регуляторам роста

- Олигодендроциты - шванновские клетки
- Эпендимные клетки - секреция спинномозговой жидкости и создание гематоэнцефалического барьера
- Микроглия - часть ретикулоэндотелиальной системы организма, участвует в фагоцитозе

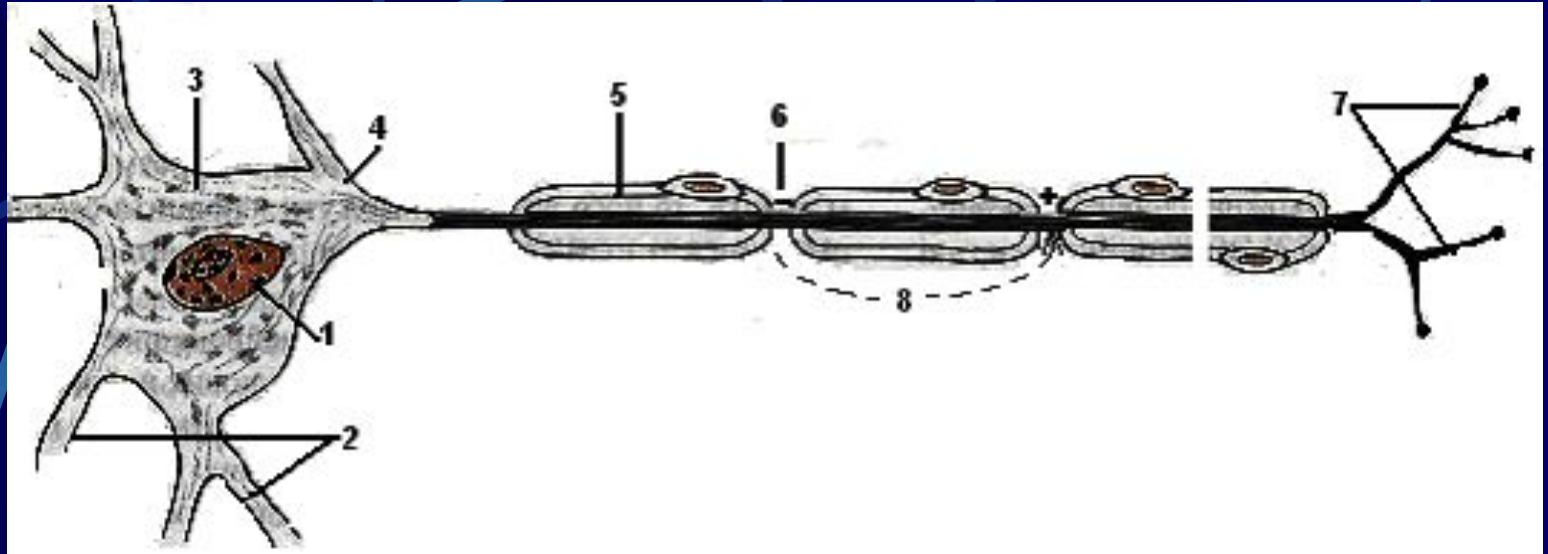


# Астроцит и схема гематоэнцефалического барьера



- Астроцит создает преграду между нервом и кровеносным капилляром, поэтому к нервам поступает не все соединения крови (изоляция нейронов ЦНС) – это и есть ГЭБ.

# Физиология нейронов



- 1 – ядро, 2 – дендриты, 3 – тело, 4 – аксонный холмик, 5 – Шванновская клетка, 6 – перехват Ранвье, 7 – нервное окончание, 8 – сальтаторное распространение возбуждения.

## Функциональные показатели нейронов

- ПП – от  $-60$  мВ до  $-90$  мВ
- Аксонный холмик (начало аксона):  
ПП – около  $60$  мВ (близко от критического уровня равного примерно  $50$  мВ),  
Много разнообразных каналов (натриевые, калиевые, кальциевые),  
Место возникновения ПД в нейроне!

## Рефрактерность и лабильность

- Абсолютный рефрактерный период примерно такой же, как и длительность ПД.
- В крупных нейронах абсолютный рефрактерный период около 1 мс, поэтому по ним могут проходить до 1000 имп/с.
- Однако не все нейроны обладают столь высокой лабильностью.
- Лабильность – функциональная подвижность (количество ПД в ед. времени).

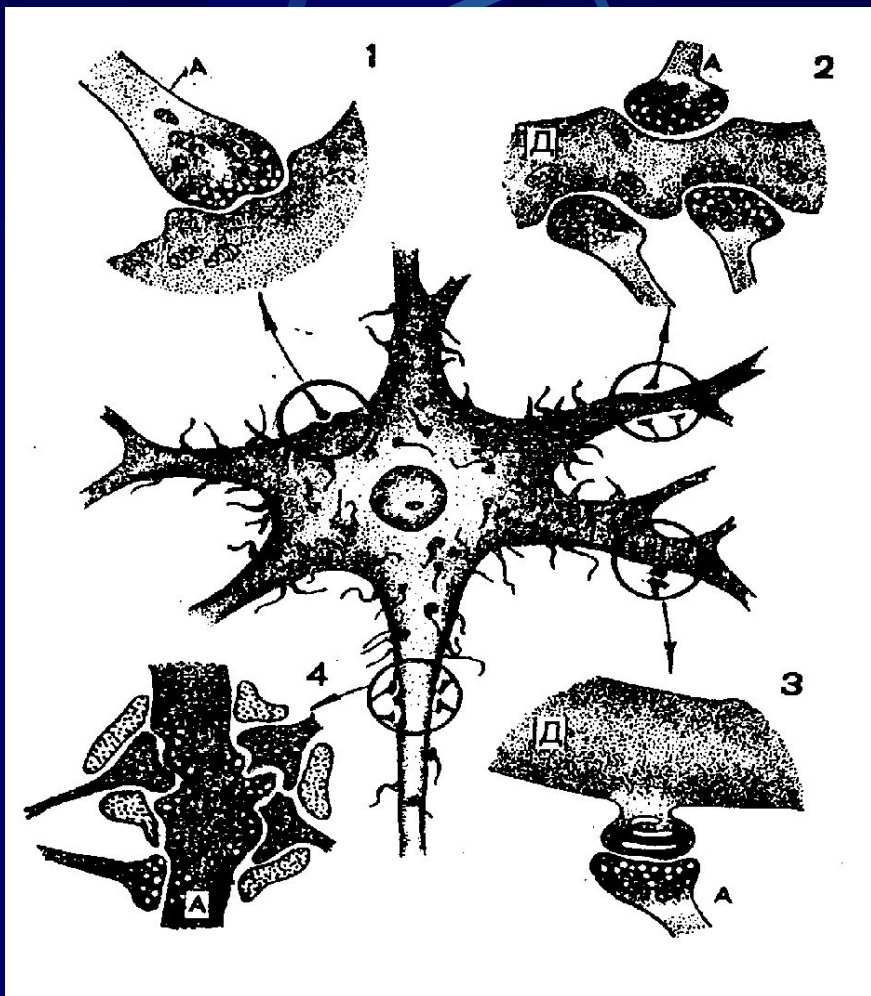
## Распространение ПД по немиелинизированному волокну

- Поверхность мембраны нервного волокна пропорциональна его диаметру, а поперечное сечение волокна возрастает пропорционально квадрату диаметра, то при увеличении диаметра снижается продольное сопротивление его внутренней среды (определяется площадью поперечного сечения) по отношению к сопротивлению мембраны. В результате по волокну большего диаметра электротонические токи распространяются более широко (в тонких немиелинизированных волокнах возбужденный участок около 1 мм), а значит, возрастает скорость проведения возбуждения.
- Скорость проведения возрастает пропорционально корню квадратному от диаметра волокна (15-05

# Распространение ПД по миелинизированному волокну

- Чем большего диаметра волокно, тем шире межперехватное расстояние. Так, у крупных нейронов, отростки которых имеют диаметр 10-20 мкм межперехватное расстояние 1-2 мкм, а у малых нейронов с диаметром волокна 1-2 мкм перехваты отстоят друг от друга на 0,2 мкм, в то время как ширина самого перехвата во всех волокнах примерно одинаковая - около 1 мкм.
- Такое строение отростков отражается и на скорости распространения ПД: по самым крупным  $A\alpha$  - до 120 м/с (протяженность возбужденного участка в таких волокнах около 45-50 мм), а по мелким  $A\gamma$  - 5-15 м/с.

# Синапсы ЦНС



- Межнейронные синапсы:
- 1 - аксо-соматический синапс;
- 2 - аксо-дендритный синапс;
- 3 - аксо-дендритный синапс шипиковой формы;
- 4 - аксо-дендритный синапс дивергентного типа.

## Основные медиаторы ЦНС

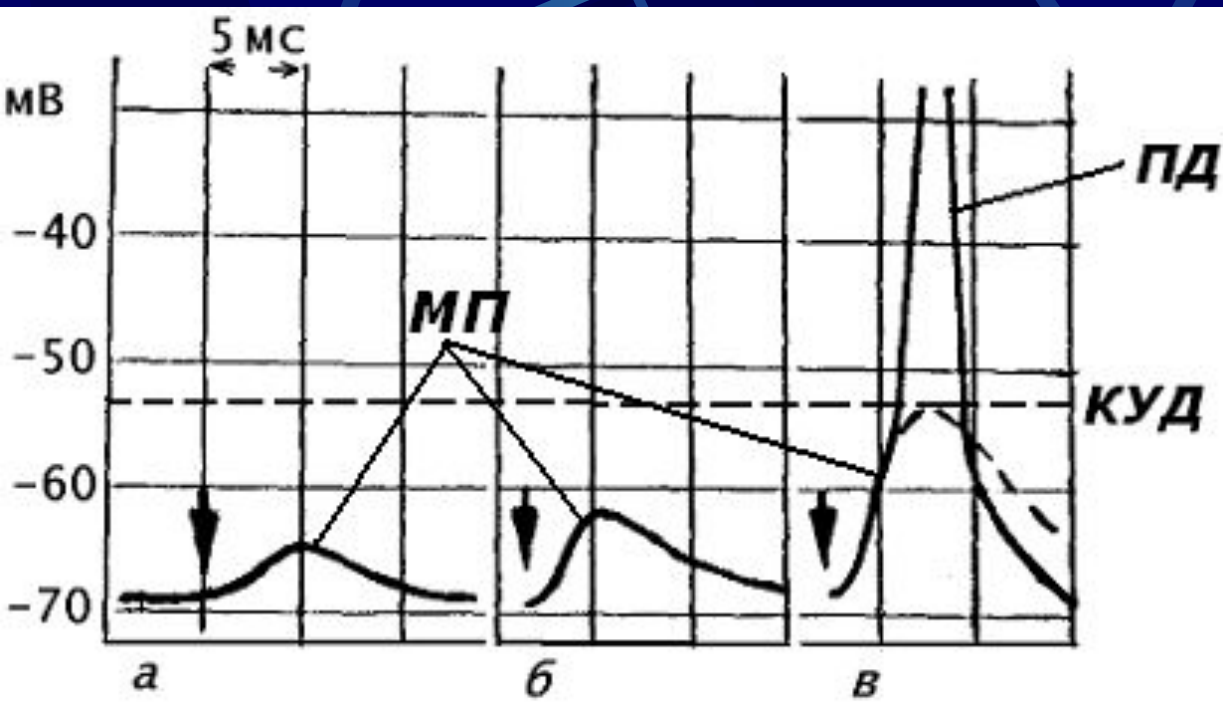
- 1. Амины (ацетилхолин, норадреналин, адреналин, дофамин, серотонин).
- 2. Аминокислоты (глицин, глутамин, аспарагиновая, ГАМК и ряд др.).
- 3. Пуриновые нуклеотиды (АТФ).
- 4. Нейропептиды (гипоталамические либерины и статины, опиоидные пептиды, вазопрессин, вещество Р, холецистокинин, гастрин и др.).



# Медиаторы - *ионотропные и метаботропные.*

- Ионотропные медиаторы после взаимодействия с рецепторами постсинаптической мембраны изменяют проницаемость ионных каналов.
- В отличие от этого метаботропные медиаторы постсинаптическое влияние оказывают путем активации специфических ферментов мембраны. В результате в самой мембране, а чаще всего в цитозоле клетки активируются **вторые посредники (мессенжеры)**, которые в свою очередь запускают каскады ферментативных процессов

# Возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП)

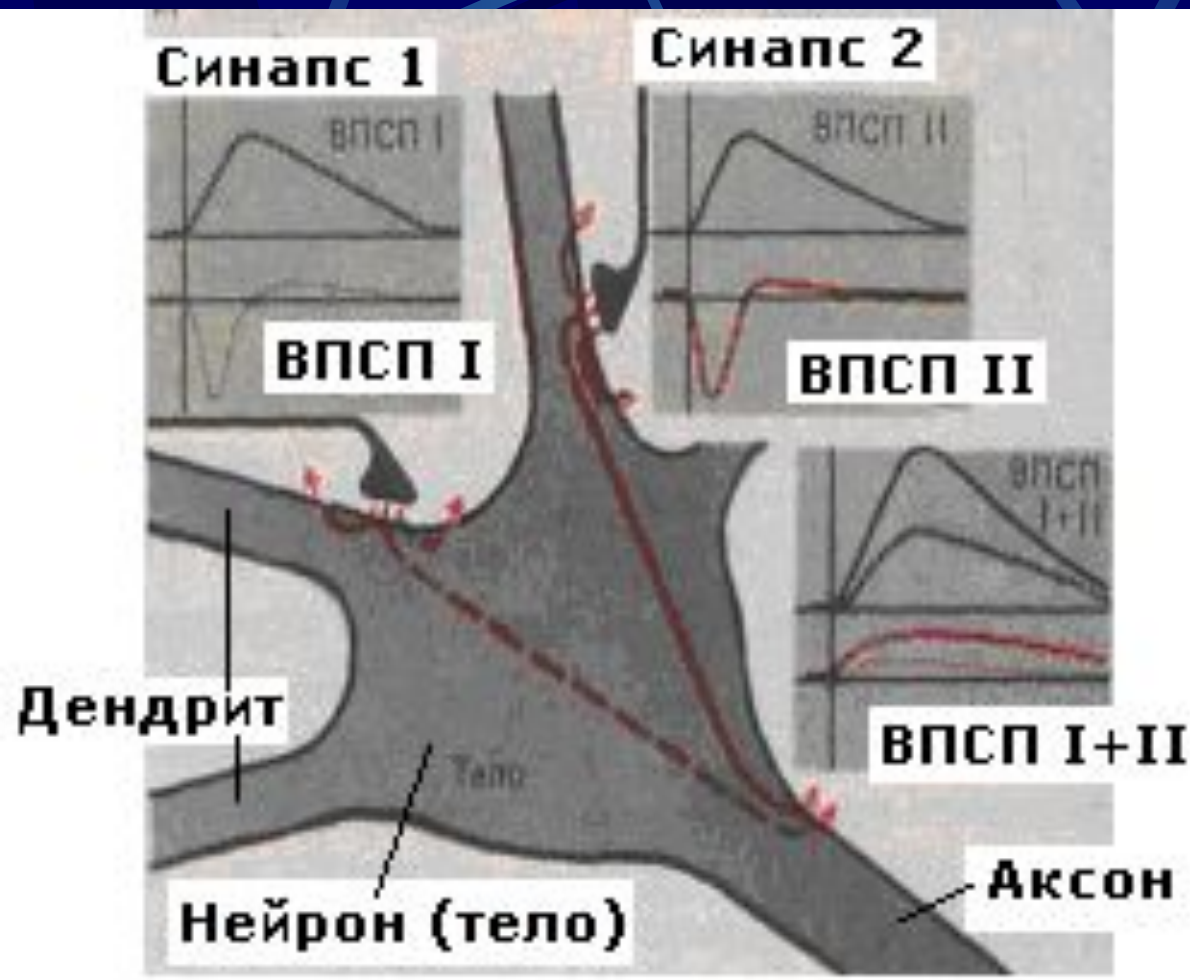


а, б -  
деполяризация  
не достигает  
критического  
уровня,  
в - результат  
суммации -  
ВПСП.

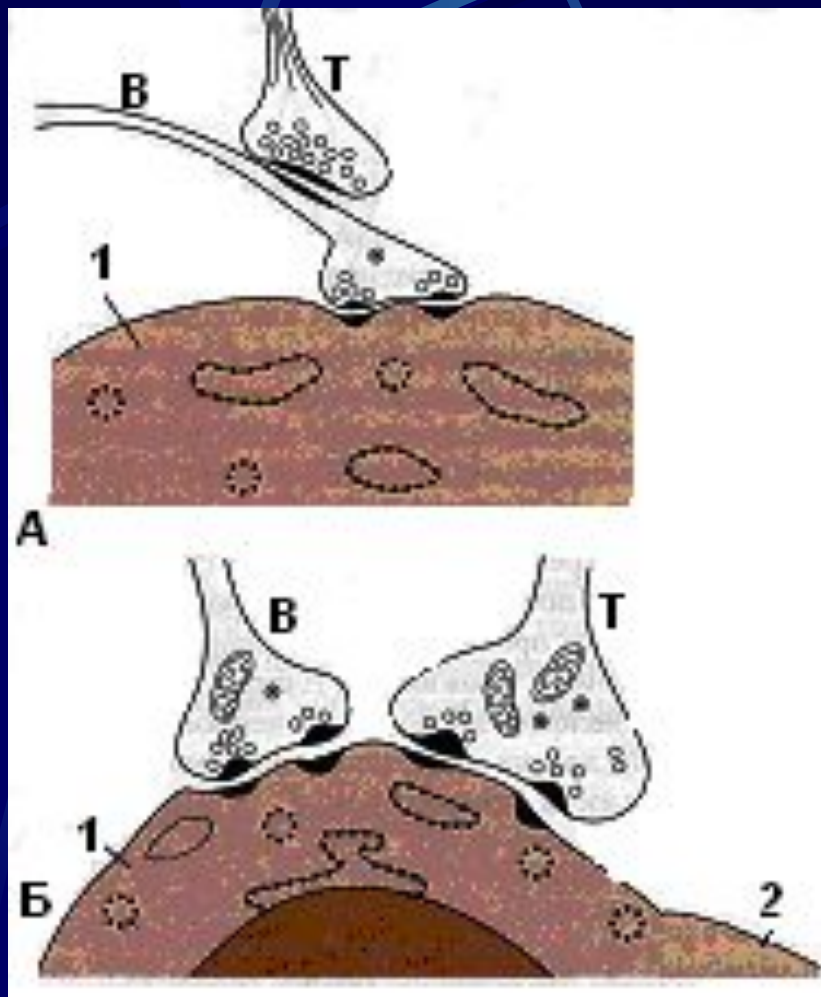
# Виды суммации в ЦНС

В ЦНС два вида суммации:

Временная суммация – как в нервно-мышечном синапсе.  
Пространственная суммация (см. рис.)

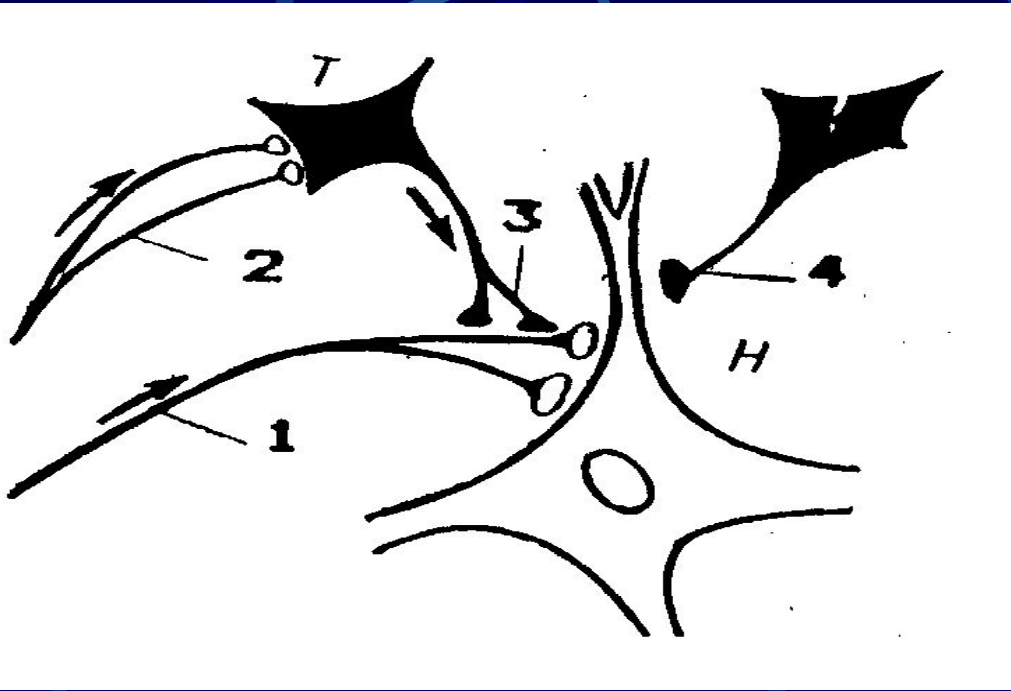


# Разновидности торможения



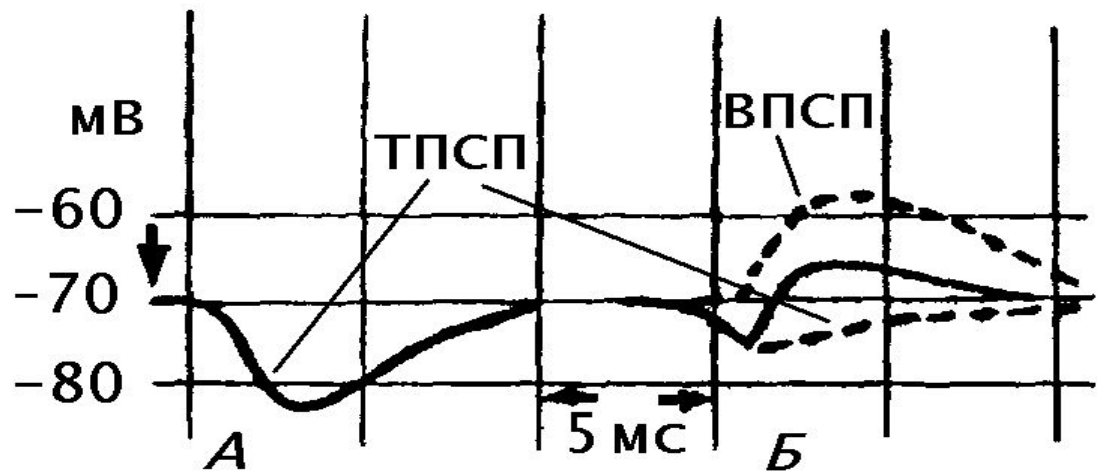
- А – пресинаптическое торможение,
- Б – постсинаптическое торможение:
- В – возбуждающий нейрон,
- Т - тормозной нейрон,
- 1 – тело нейрона,
- 2 – аксонный холмик.

# Расположение тормозных синапсов:



- 1 - афферент возбуждающего нейрона,
- 2 - афферент, возбуждающий тормозной нейрон,
- 3 - пресинаптическое торможение,
- 4 - постсинаптическое торможение

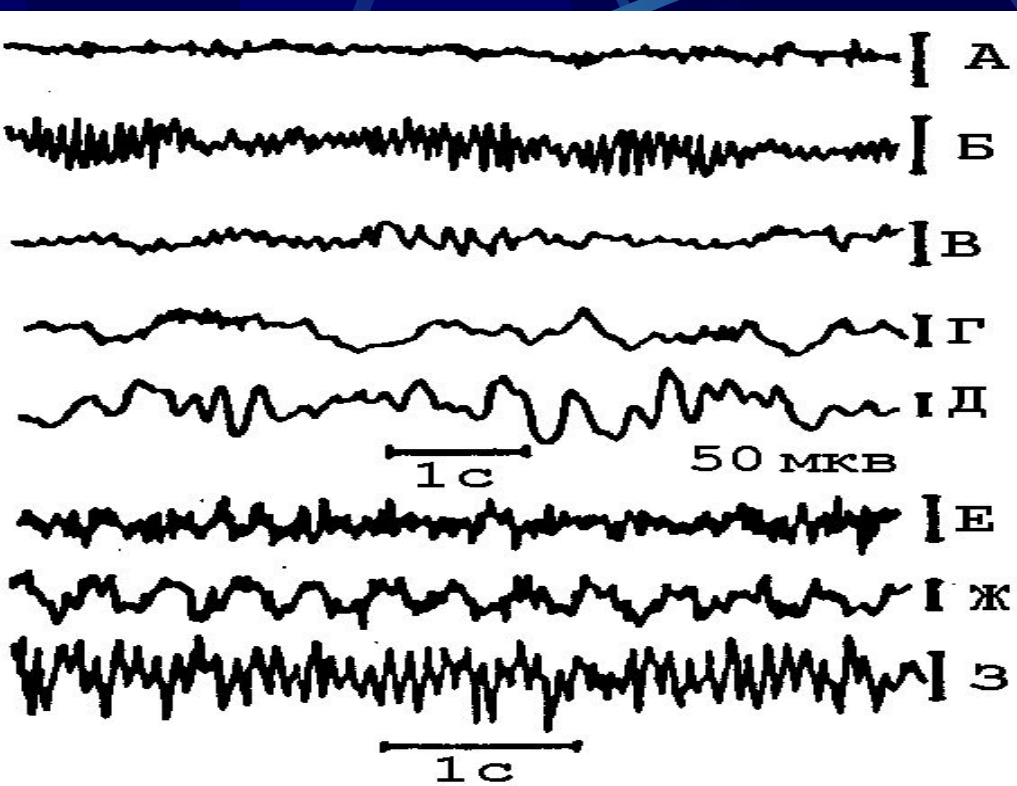
# Развитие гиперполяризации на постсинаптической мембране тормозного синапса



- **А** - Развитие гиперполяризации постсинаптической мембраны тормозного синапса.
- **Б** - Механизм постсинаптического торможения.



# Электроэнцефалограмма (ЭЭГ)

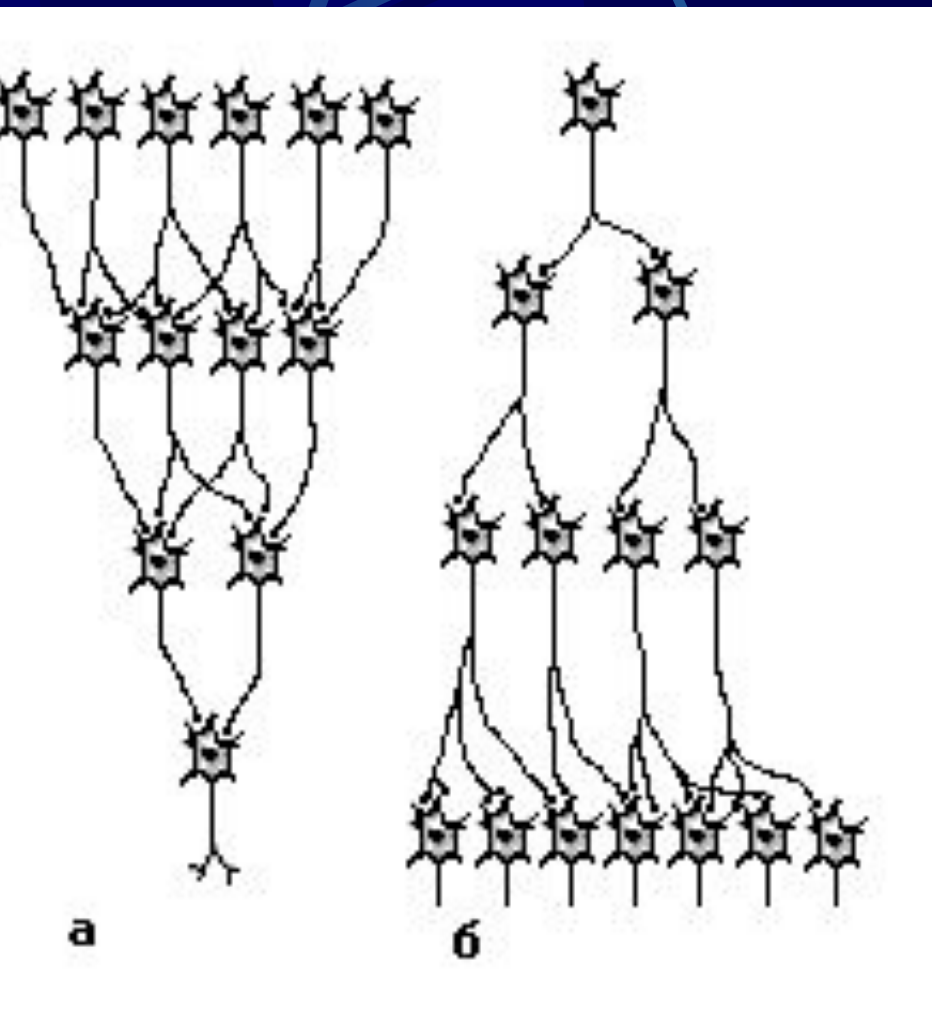


- А - при открытых глазах (видны по преимуществу  $\beta$ -волны);
- Б - при закрытых глазах в покое (видны  $\alpha$ -волны);
- В - при дремотном состоянии;
- Г - при засыпании;
- Д - при глубоком сне;
- Е - частая асинхронная активность при выполнении непривычной или тяжелой работы



# Свойства нервных центров

(нервный центр – скопление нейронов, выполняющих какую-либо функцию)



- А – конвергенция.

Характерно для эфферентных нервных центров. Схождение возбуждения к общему пути.

В основе его лежит влияние тормозных нейронов.

- Б – дивергенция.

Характерно для афферентных нервных центров. Расхождение возбуждения через вовлечение большого количества нейронов.

В основе его лежит влияние возбуждающих нейронов через коллатерали

# Доминанта

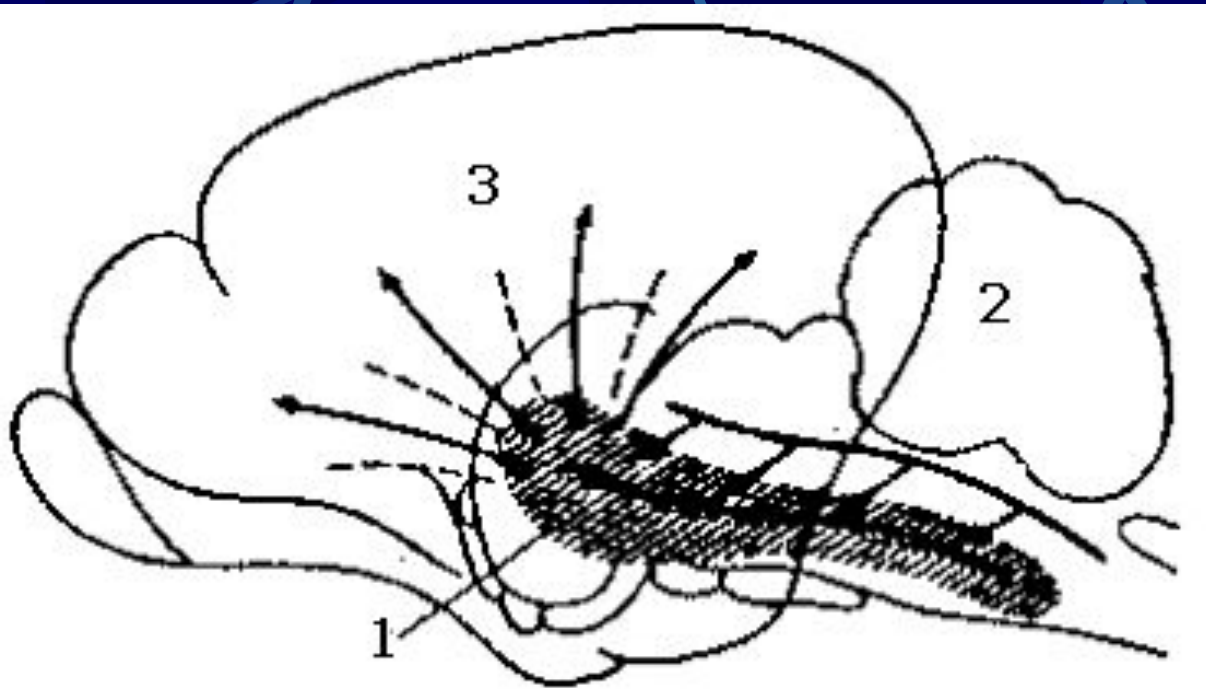
- При наличии одновременного возбуждения нескольких нервных центров, один из очагов может стать доминантным, главенствующим. В результате к этому очагу могут активно притягиваться (иррадиировать) возбуждения из других очагов, что за счет суммации усиливает доминантное возбуждение.

## Интегративные механизмы мозга

Это системы нервных клеток, которые не выполняют специфических функций (рефлексов), они регулируют функцию ЦНС, ее отдельных центров, объединяя их в единую функциональную систему – ЦНС.

- Ретикулярная формация ствола мозга и таламуса.
- Аминергические системы мозга.
- Лимбическая система

# Ретикулярная формация ствола мозга



**Восходящее  
активирующее  
влияние  
ретикулярной  
системы в мозге  
обезьяны:**

- 1 - ретикулярная формация;
- 2 - мозжечок;
- 3 - кора.

## Влияния ретикулярной формации

- *Восходящее влияние* ретикулярной формации заключается во влиянии верхних отделов ретикулярной формации ствола головного мозга и таламуса на другие образования ЦНС вплоть до коры больших полушарий. Эти влияния поддерживают определенный уровень активности нейронов коры, участвуют в формировании общей активности, внимания, бодрствующего состояния.
- *Нисходящее влияние* воздействует так же на нервные центры спинного мозга.

# Аминергические системы ствола мозга

По названию медиаторов различают:

- Норадренергическая система.
- ДОФАминергическая система.
- Серотонинергическая.

- Нейроны, медиаторами которых являются моноамины (*серотонин, норадреналин и дофамин*), также участвуют в объединении различных структур мозга в единое функциональное образование, то есть участвуют в регуляции функций мозга. Их значение наиболее наглядно проявляется при смене фаз бодрствование-сон, организации сложных поведенческих реакций организма. Тела этих нейронов располагаются преимущественно в структурах ствола мозга, а отростки простираются почти ко всем отделам ЦНС, начиная от спинного мозга и до коры больших полушарий