

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

I. ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА:
СПИННОЙ МОЗГ,
ГОЛОВНОЙ МОЗГ

II. ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА:
КОРЕШКИ,
ГАНГЛИИ,
СПЛЕТЕНИЯ,
НЕРВНЫЕ СТВОЛЫ,
ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ НЕРВЫ

ТРИ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОТДЕЛА ЦНС

- СОМАТИЧЕСКАЯ (двигательная) СИСТЕМА
- ВЕГЕТАТИВНАЯ СИСТЕМА:
 - СИМПАТИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ
 - ПАРАСИМПАТИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ
- СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ЦНС

- Регуляция двигательных функций
- Регуляция функций внутренних органов
- Восприятие, переработка и хранение информации
- Осуществление всех видов психической деятельности человека

ОСНОВНОЙ ПРИНЦИП ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦНС РЕФЛЕКТОРНЫЙ

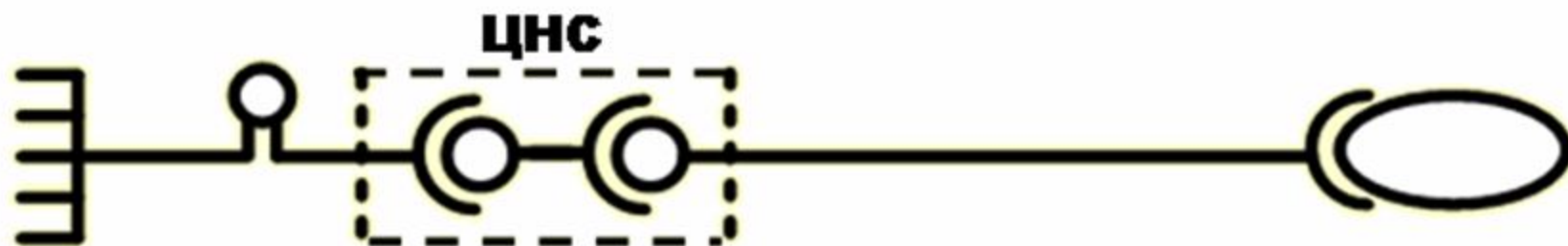
РЕФЛЕКС – ответная реакция организма на раздражители внешней и внутренней среды **с участием нервной системы.**

РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА - совокупность структур, необходимых для осуществления рефлекса

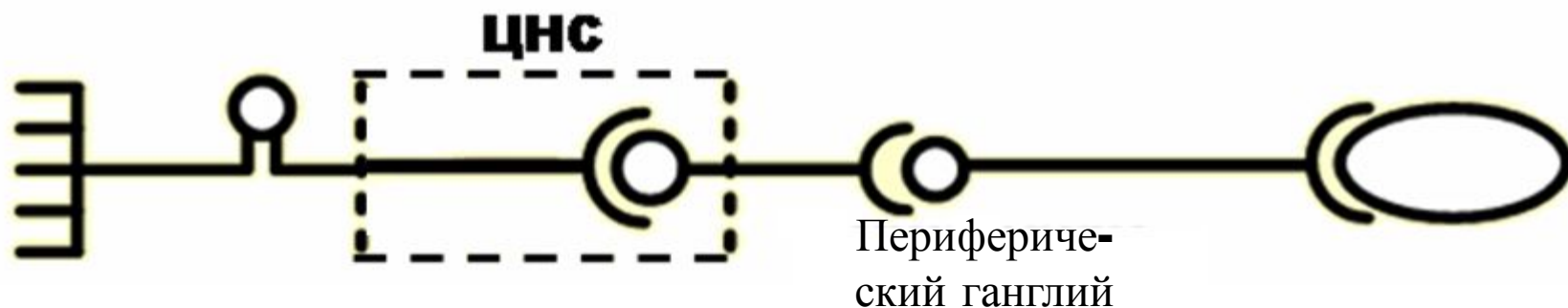
РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА СОСТОИТ ИЗ ПЯТИ ЧАСТЕЙ:

- 1.** Сенсорный рецептор
- 2.** Чувствительный (афферентный) путь
- 3.** ЦНС (нервные центры спинного и головного мозга)
- 4.** Двигательный (эфферентный) путь
- 5.** Рабочий орган

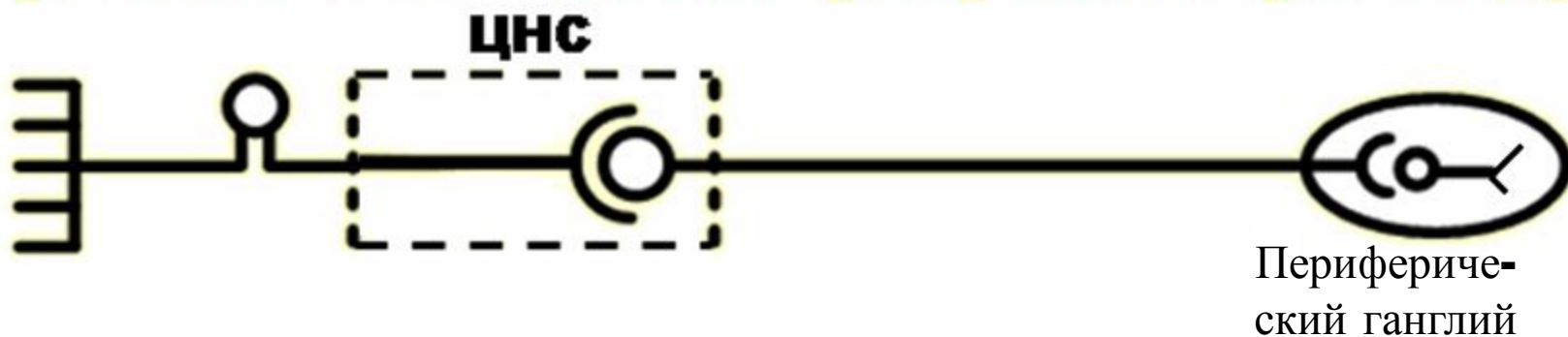
Соматическая рефлекторная дуга



Симпатическая рефлекторная дуга

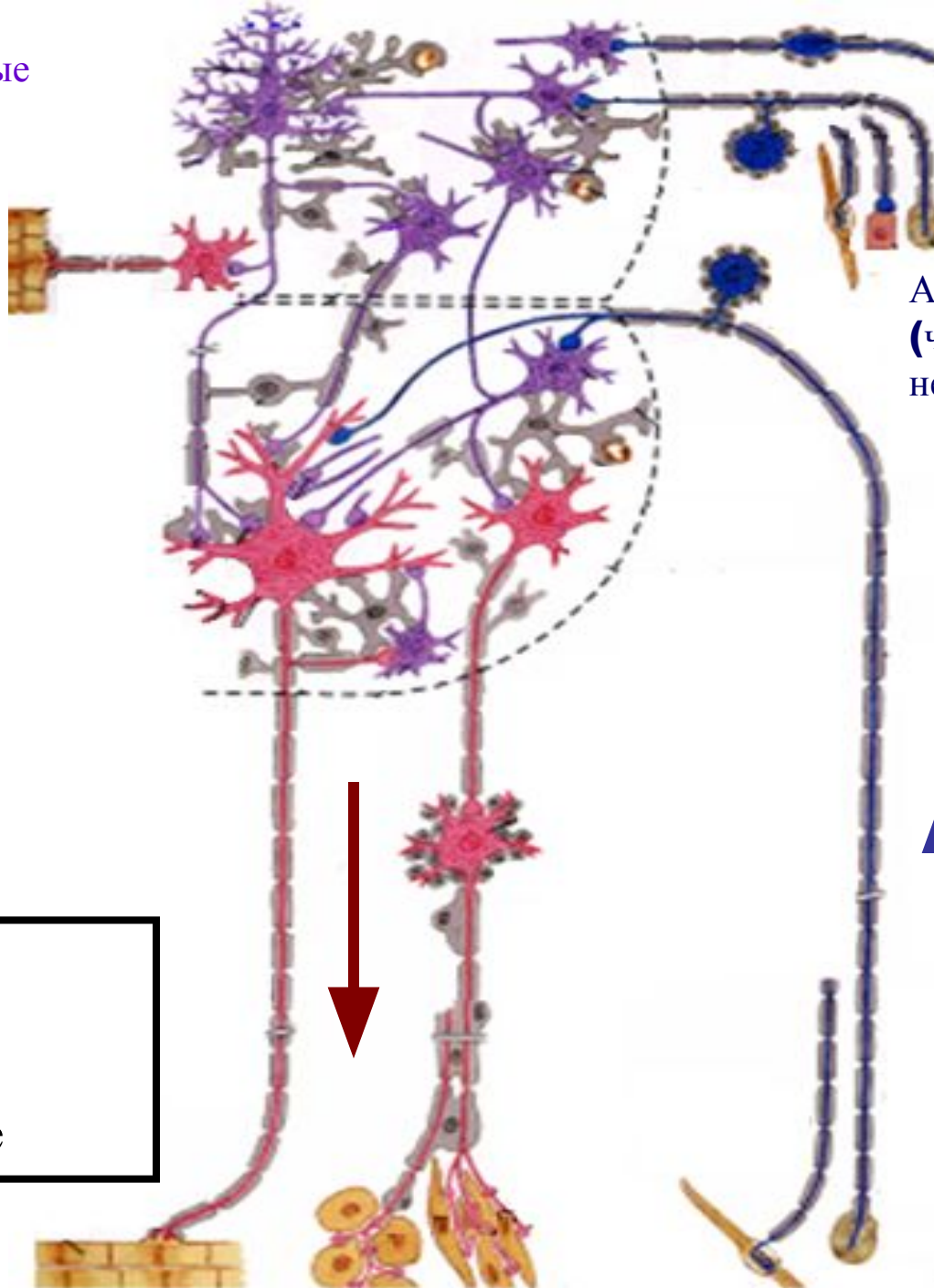


Парасимпатическая рефлекторная дуга



ФИЗИОЛОГИЯ НЕЙРОНА

Вставочные
нейроны



Афферентные
(чувствительные)
нейроны

Эфферентные
(двигательные)
нейроны

50 тысяч
разных типов
нейронов в
нервной системе



Рецепторы
(сенсоры)

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕЙРОНОВ

- Учитывая размеры и форму:
большие пирамидные, малые пирамидные и др.
- По количеству отростков:
униполярные, биполярные, мультиполярные.
- По длине аксона:
длинноаксонные, короткоаксонные, безаксонные.
- По типу медиатора:
адренергические, холинергические и многие др.
- По типу влияния:
возбуждающие, тормозные.
- По функции:
афферентные, эфферентные, вставочные.
- По электрофизиологическим свойствам:
импульсные, безимпульсные;
высокопороговые, низкопороговые и т.д.

НЕЙРОН



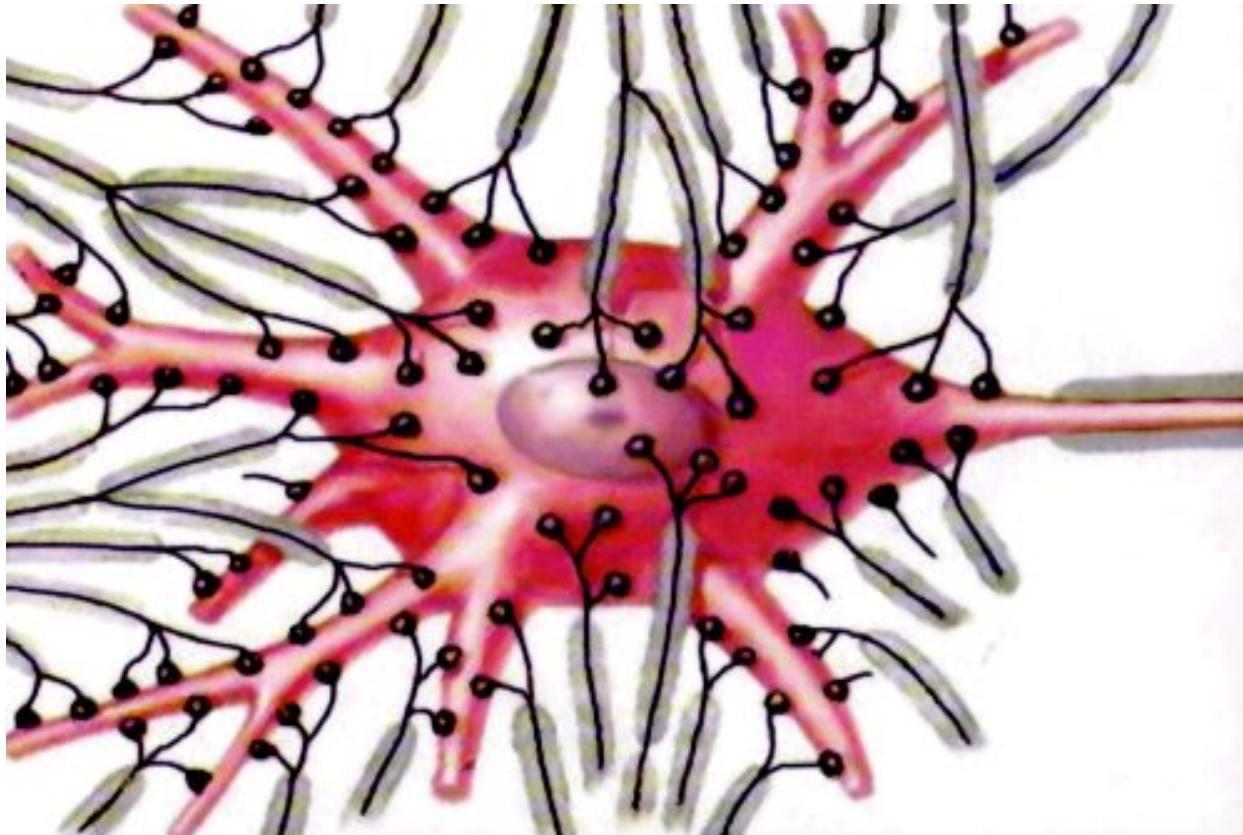
- **ТЕЛО:** метаболизм, синтез, восприятие
сигналов
- **ДЕНДРИТЫ:** восприятие сигналов
- **АКСОННЫЙ ХОЛМИК:** генерация ПД
- **АКСОН:** передача импульсов (ПД)
- **НЕРВНОЕ ОКОНЧАНИЕ:** выделение медиатора

СВЯЗЬ МЕЖДУ НЕЙРОНАМИ

С ПОМОЩЬЮ ХИМИЧЕСКИХ СИНАПСОВ

(ОТ **200** ДО **200 000** СИНАПСОВ).

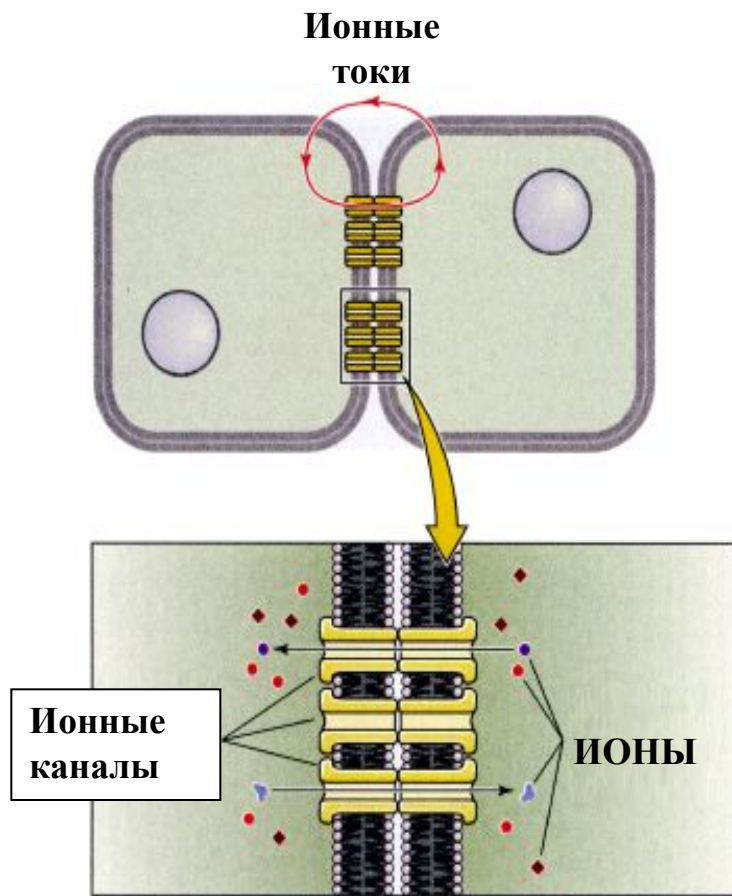
95% СИНАПСОВ РАСПОЛОЖЕНО НА ДЕНДРИТАХ,
И ТОЛЬКО **5%** СИНАПСОВ – НА ТЕЛЕ НЕЙРОНА.



КЛАССИФИКАЦИЯ СИНАПСОВ

- По локализации:
аксо-сомальные, аксо-дендритные, аксо-аксональные и др.
- По типу влияния:
возбуждающие и тормозные
- По типу медиатора:
адренергические, серотонинергические, дофаминергические и многие др.
- По механизму передачи сигнала:
электрические,
химические,
электрохимические (смешанные).

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СИНАПС



ХИМИЧЕСКИЙ СИНАПС



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ СИНАПСОВ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СИНАПС ХИМИЧЕСКИЙ СИНАПС

Без задержки

Синаптическая задержка

Без утомления

Быстро утомляются

Слабо чувствительны к гипоксии

Очень чувствительны к гипоксии

Без трансформации ритма
мацией ритма

С обязательной трансфор-возбуждения

2-сторонняя передача

1-сторонняя передача

Только возбуждающие

Возбуждающие и тормозные

Без последствия

Обязательно последствие (не сохраняют следов

(сохраняют следы предшествующих воздействий)

предшествующих

нервной дея-

Обработка информации,
тельности,

координация

память !!!

СРАВНЕНИЕ НЕРВНОМЫШЕЧНЫХ И МЕЖНЕЙРОННЫХ ХИМИЧЕСКИХ СИНАПСОВ

- **1** синапс на мыш. волокне
- Большая площадь синаптического контакта
- **200** везикул медиатора на **1** ПД
- ПКП всегда пороговый
- **1** тип медиатора (ацетил-холин)
- **1** тип постсинаптического рецептора (**N**-холинорецептор)
- Рецептор ионотропный
- Только возбуждение

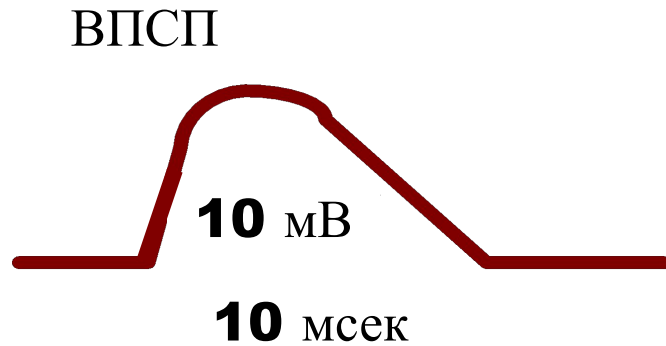
Быстрая передача сигнала.
Сокращение мышцы в ответ на каждый нервный импульс.

- От **200** до **200.000** синапсов на нейроне
- Малая площадь контакта
- **1-2** везикулы (реже **10-15**) на **1** ПД
- ВПСП всегда допороговый
- Более **50** медиаторов
- От **2** до **7** (и более) типов рецепторов к каждому медиатору
- Рецепторы ионотропные и метаботропные
- Возбуждение и торможение

Анализ поступающей информации и синтез ответной реакции.
Кратковременные и долговременные влияния.

МЕХАНИЗМ ВОЗБУЖДЕНИЯ НЕЙРОНА

ВОЗБУЖДАЮЩИЙ ПОСТСИНАПТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ (ВПСП)

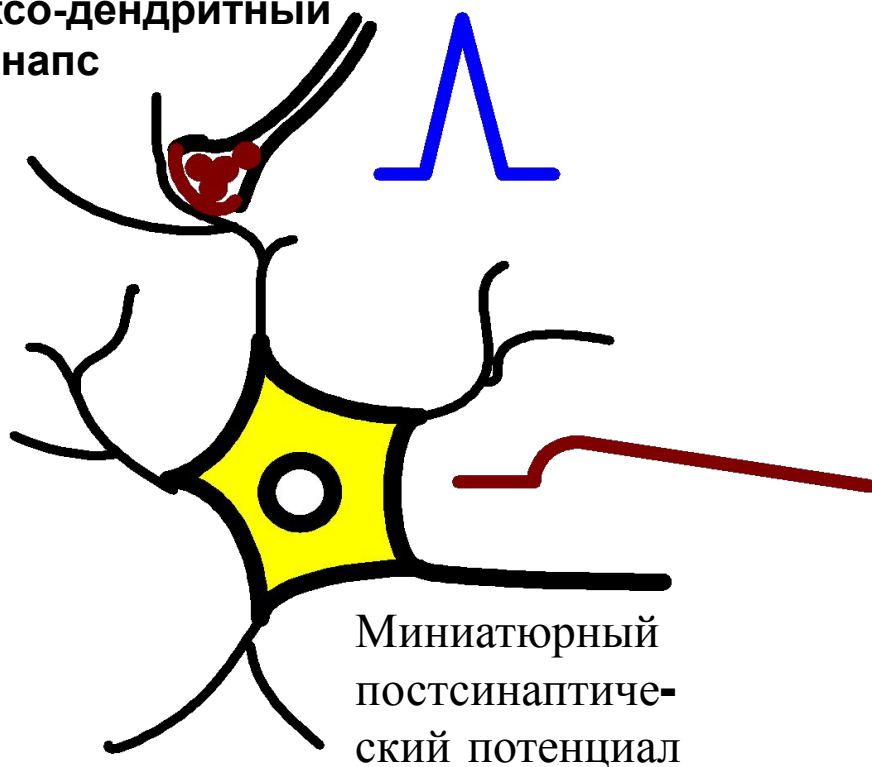


Свойства ВПСП:

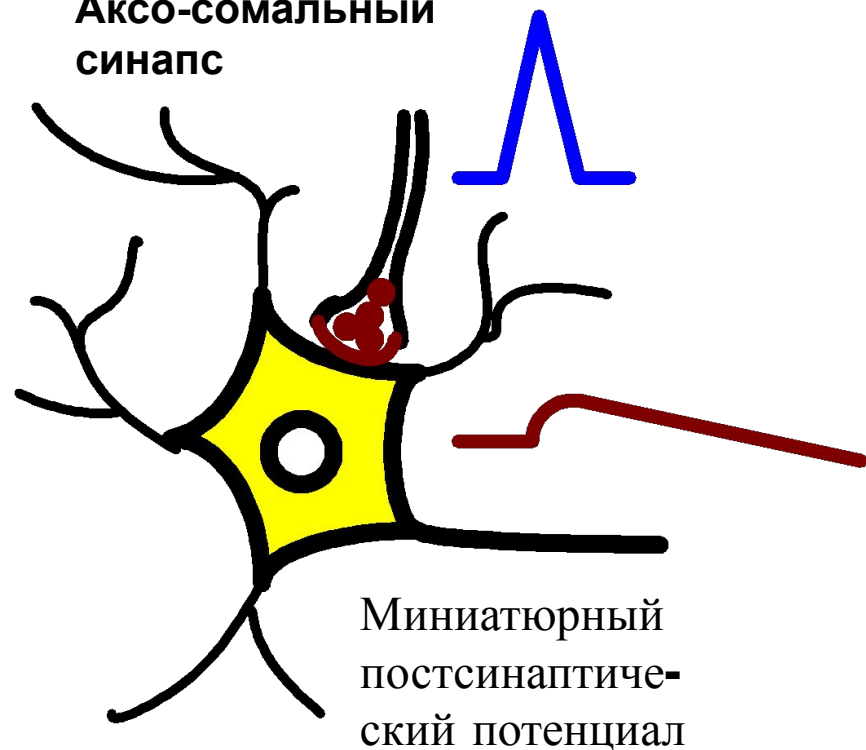
- 1.** Зависит от количества медиатора
- 2.** Способен к суммации
- 3.** Распространяется с затуханием
- 4.** Увеличивает возбудимость нейрона (деполяризует аксонный холмик)

РЕАКЦИЯ НЕЙРОНА НА ОДИНОЧНЫЙ НЕРВНЫЙ ИМПУЛЬС

Аксо-дендритный синапс

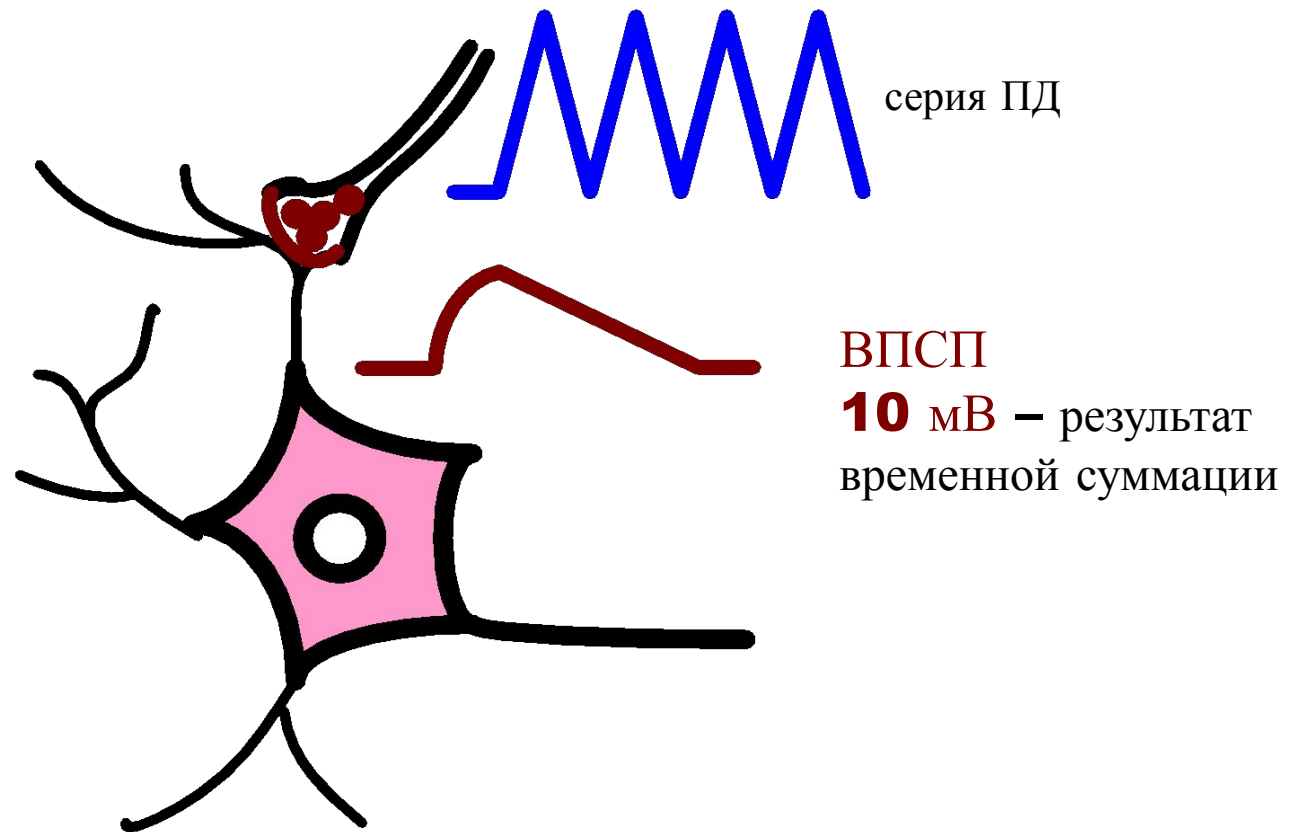


Аксо-сомальный синапс



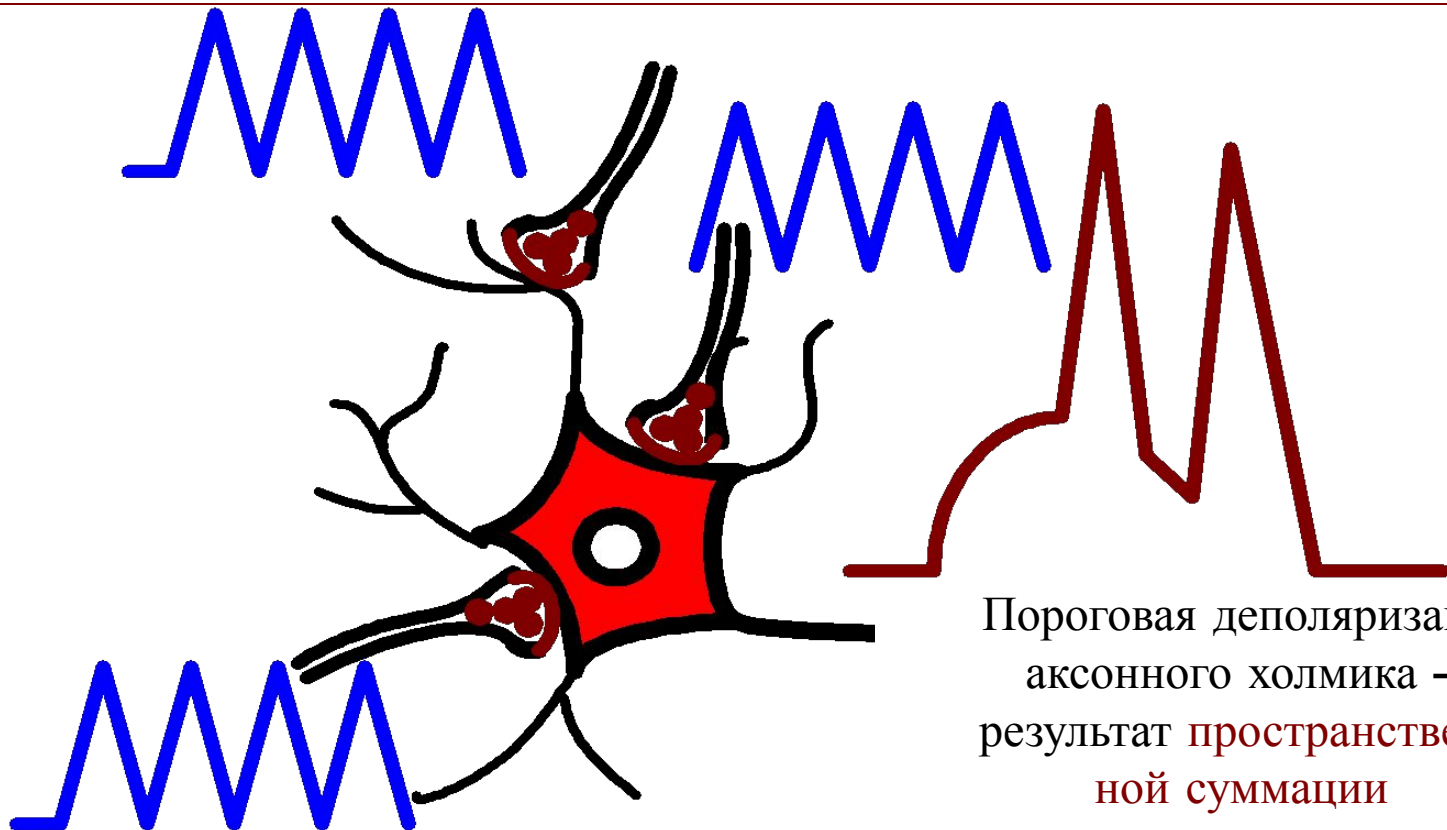
Слишком слабая деполяризация постсинаптической мембраны (**0,1-1 мВ**). ПД не возникает.

РЕАКЦИЯ НЕЙРОНА НА СЕРИЮ НЕРВНЫХ ИМПУЛЬСОВ



ВПСП распространяется с затуханием, вызывает допороговую деполяризацию аксонного холмика. ПД не возникает.

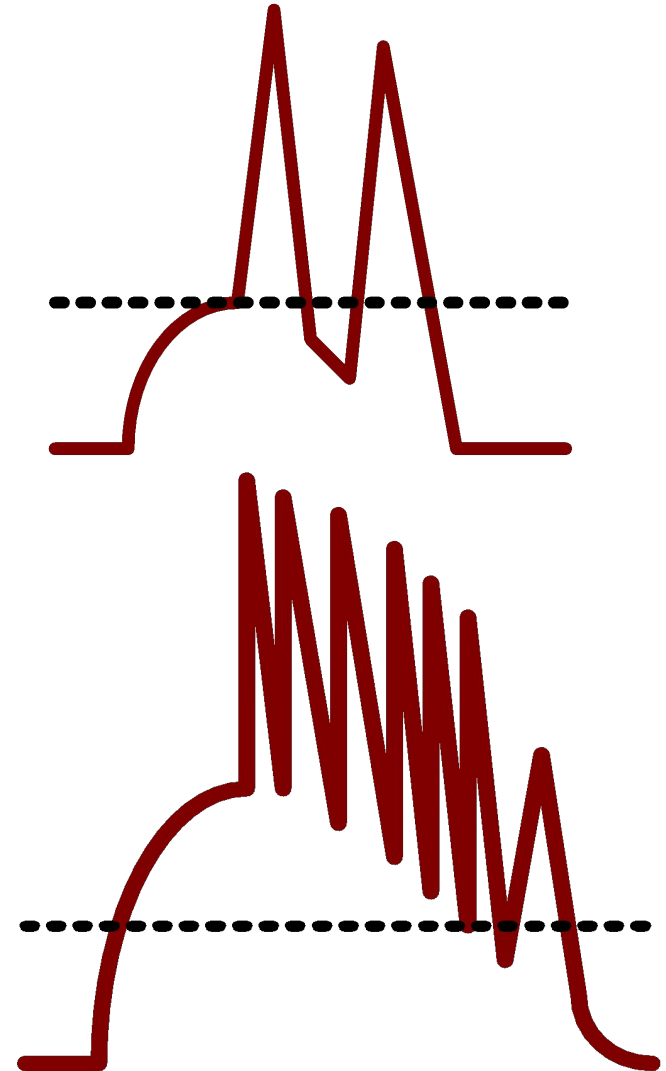
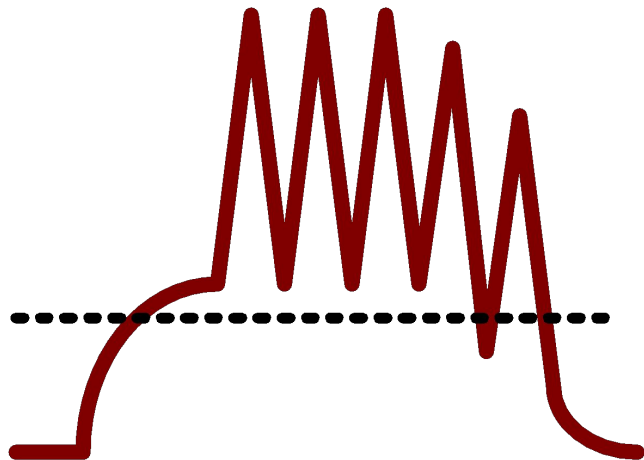
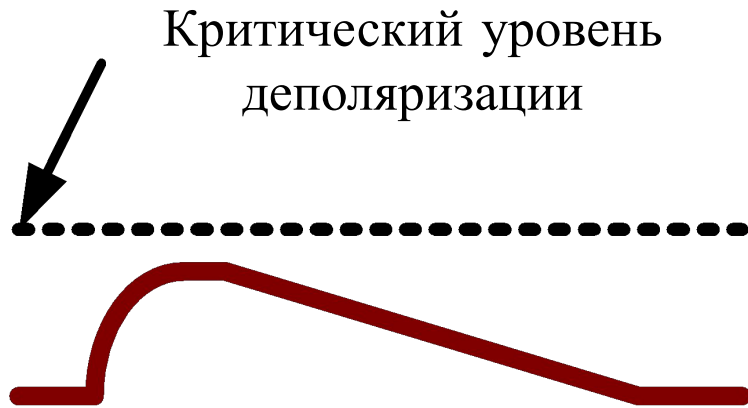
РЕАКЦИЯ НЕЙРОНА НА ВПСП, ВОЗНИКШИЕ ОДНОВРЕМЕННО В РАЗНЫХ СИНАПСАХ



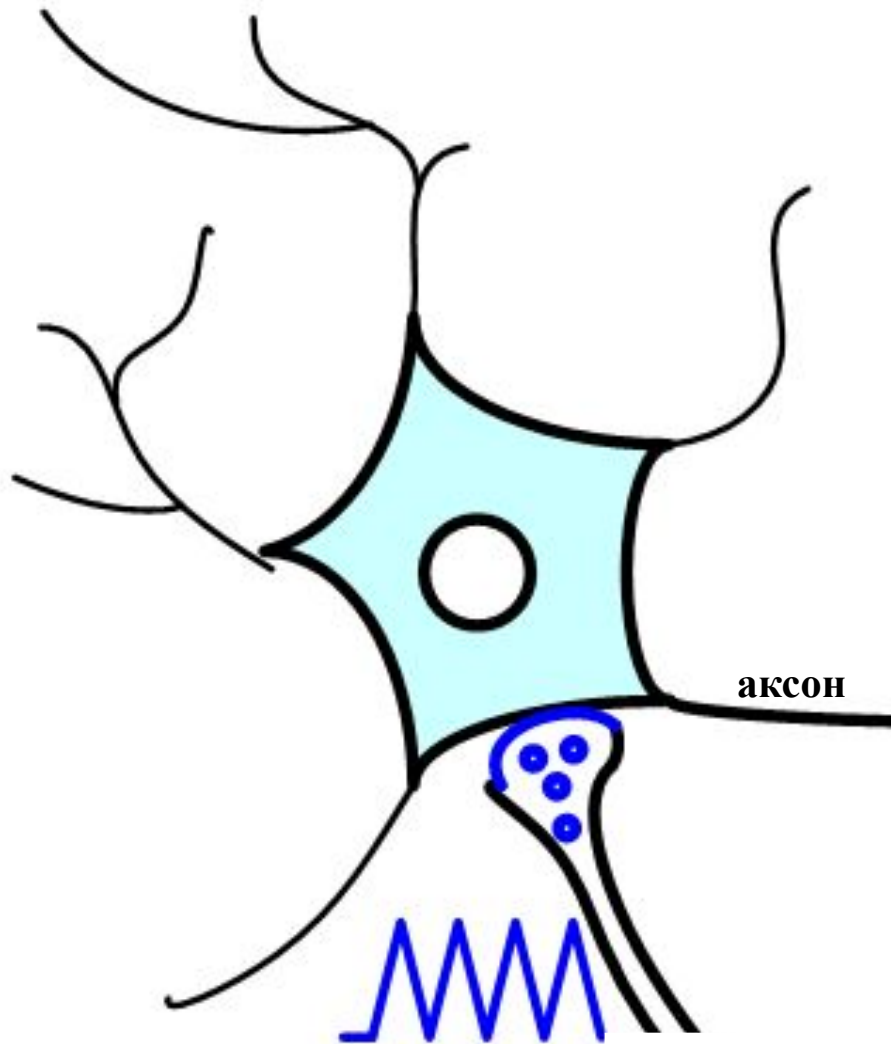
Пороговая деполяризация аксонного холмика – результат **пространственной суммации**

Множество ВПСП, возникших одновременно в разных участках нейрона, вызывают пороговую деполяризацию аксонного холмика. Происходит генерация ПД.

Чем выше деполяризация аксонного холмика, тем больше частота импульсов



ПОСТСИНАПТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ



ТПСП



СВОЙСТВА ТПСР:

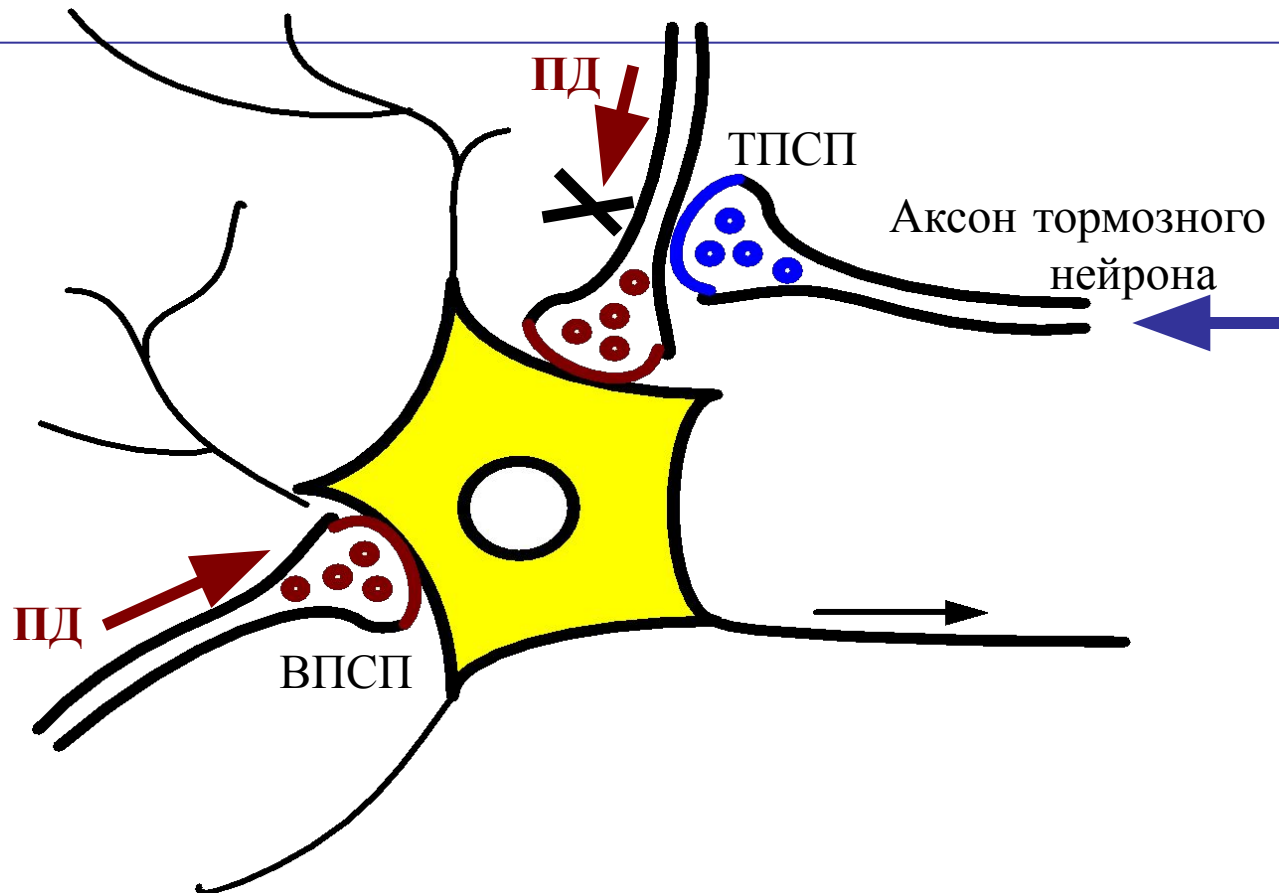
1. Зависит от количества медиатора
2. Способен к суммации
3. Распространяется с затуханием
4. Уменьшает возбудимость нейрона (вызывает гиперполяризацию аксонного холмика)

Тормозной медиатор - ГЛИЦИН

ПОСТСИНАПТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ

- Сущность постсинаптического торможения – гиперполяризация нервной клетки.
- Гиперполяризация возникает за счёт входа в клетку ионов хлора (или выхода из клетки ионов калия).
- Гиперполяризация приводит к увеличению порогового потенциала (дельта- V) в области аксонного холмика. Возбудимость нейрона при этом снижается.
- Заторможенный нейрон перестаёт реагировать на любые поступающие к нему импульсы.

ПРЕСИНАПТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ



Торможение развивается в пресинаптическом нервном окончании возбуждающего нейрона (**аксо-аксональный синапс**).

ПД не может пройти к нейрону через заблокированный участок отдельного пресинаптического входа.

Тормозной медиатор – **ГАМК** (гамма-аминомасляная кислота)

ПРЕСИНАПТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ

- Пресинаптическое торможение развивается за счёт длительной стойкой деполяризации постсинаптической мембраны в аксо-аксональном синапсе.
- Длительная деполяризация приводит к инактивации натриевых каналов и блокаде проведения импульсов к нейрону по возбуждающему нервному волокну.
- Возбудимость нейрона при этом не меняется. Нейрон продолжает реагировать на импульсы, поступающие к нему по другим нервным волокнам.

ВЫВОД

ТОРМОЖЕНИЕ – это активный нервный процесс, который направлен на прекращение генерации импульсов и (или) выделения медиатора из нервных окончаний.

Торможение всегда является следствием возбуждения.

НЕЙРОМЕДИАТОРЫ

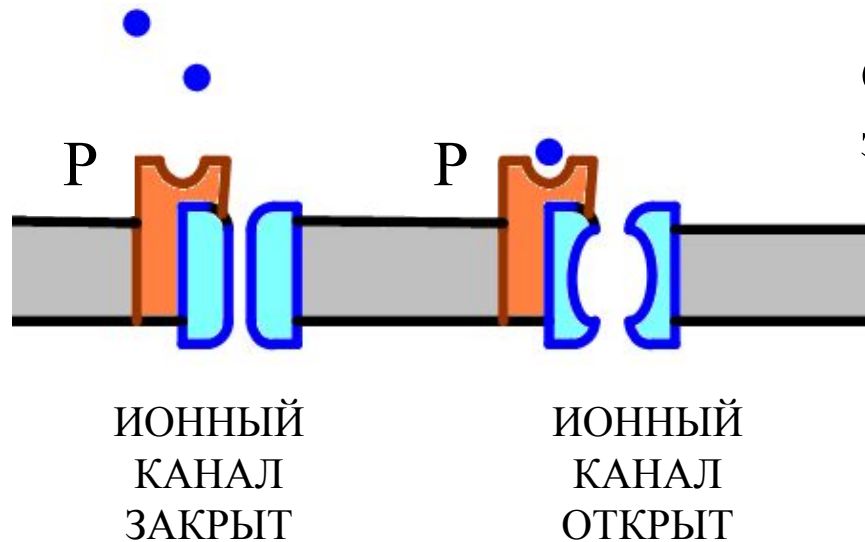
КЛАССИФИКАЦИЯ МЕДИАТОРОВ

- Низкомолекулярные, кратковременного действия:
 - АЦЕТИЛХОЛИН
 - АМИНЫ
 - АМИНОКИСЛОТЫ
 - ОКСИД АЗОТА (**NO**)
- Высокомолекулярные, долговременного действия:
 - НЕЙРОПЕПТИДЫ
 - Гипоталамические
 - Гипофизарные
 - Гастро-интестинальные
 - и другие

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ РЕЦЕПТОРЫ ПОСТСИНАПТИЧЕСКИХ МЕМБРАН

ИОТРОПНЫЕ

(связанные с хемочувствительными ионными каналами)



С ионотропными рецепторами
заимодествуют:

ацетилхолин,
глутамат,
аспартат,
глицин,
ГАМК

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ РЕЦЕПТОРЫ ПОСТСИНАПТИЧЕСКИХ МЕМБРАН

МЕТАБОТРОПНЫЕ

(связанные с системой
вторых посредников)

С metabotropicными рецепторами
взаимодействуют:

катехоламины,

серотонин,

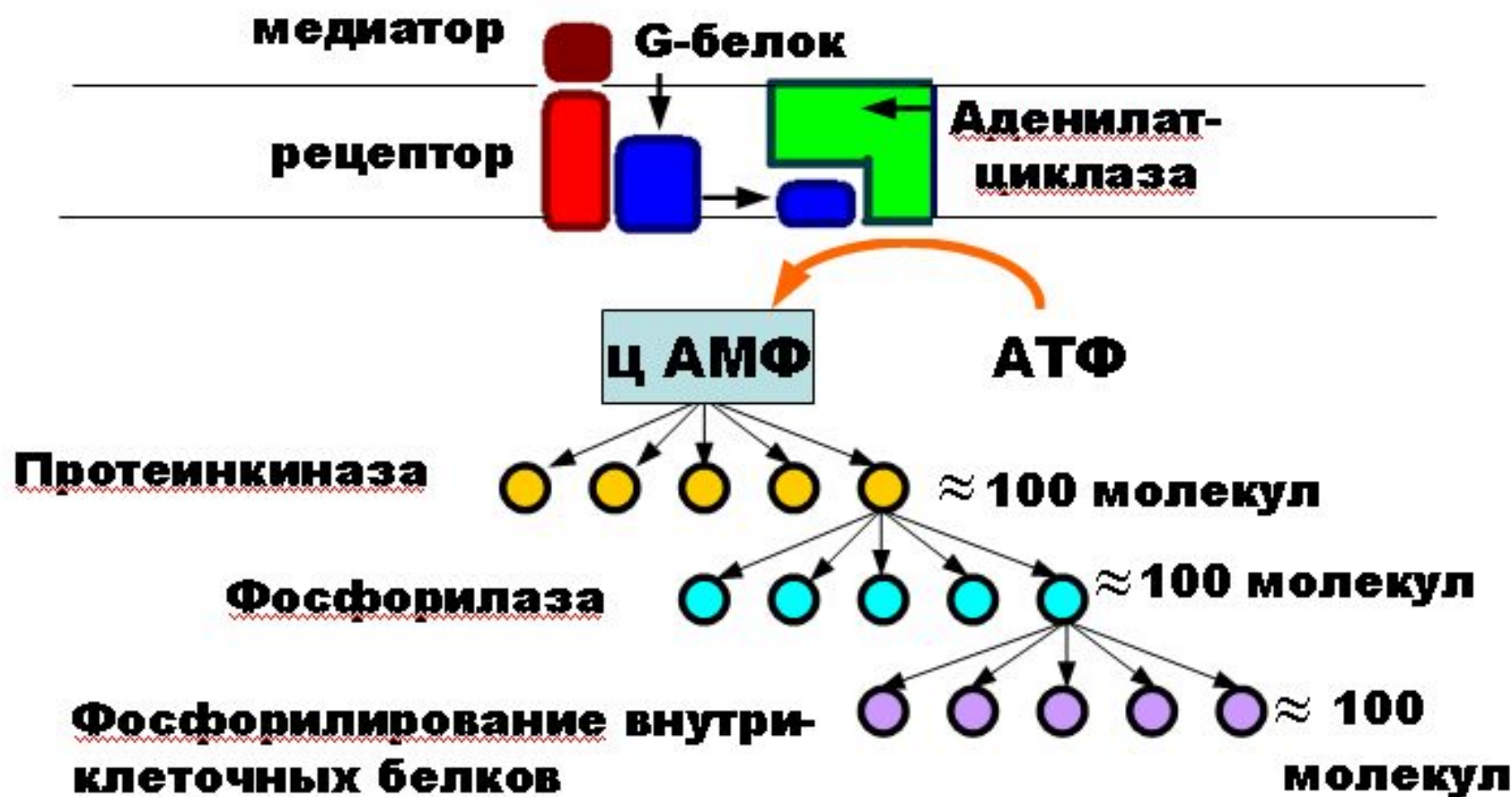
ГАМК,

опиоиды,

нейропептиды и др.

СИСТЕМА ВТОРЫХ ПОСРЕДНИКОВ –

каскад биохимических реакций,
который работает как высоко-
эффективный усилитель



НЕРВНЫЙ ЦЕНТР –

скопление нейронов, которые участвуют в регуляции одной и той же функции организма.

Анатомически нервные центры представляют собой (а) ядра или (б) кору.

СВОЙСТВА НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ

ЗАВИСЯТ:

- От свойств нервных клеток.
- От свойств химических синапсов.
- От сочетания **возбуждающих** и **тормозных** нейронов в нейронных цепях.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГЕ (по сравнению с нервным волокном)

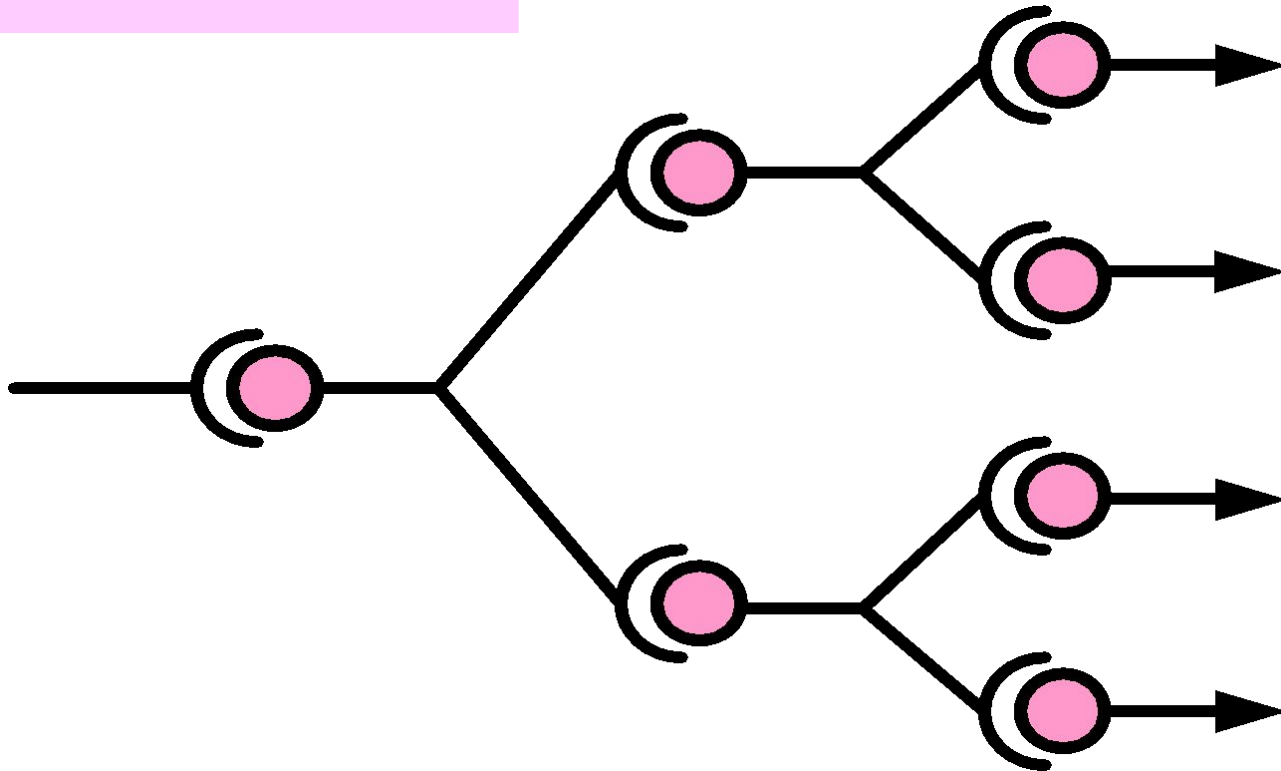
- **Одностороннее проведение:**
за счёт **1**-стороннего проведения через химические синапсы.
- **Замедленное проведение:**
за счёт задержки проведения в каждом химическом синапсе.
- **Неизолированное проведение:**
за счёт многочисленных связей между нейронами (как в ЦНС, так и в периферических ганглиях).

СВОЙСТВА НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ

- 1.** Суммация возбуждения (временная и пространственная)
- 2.** Инерционность
- 3.** Последействие
- 4.** Пластичность
- 5.** Фоновая активность, тонус
- 6.** Высокая утомляемость
- 7.** Высокая чувствительность к гипоксии
- 8.** Высокая чувствительность к действию ядов, метаболитов, блокаторов
- 9.** Трансформация ритма возбуждения

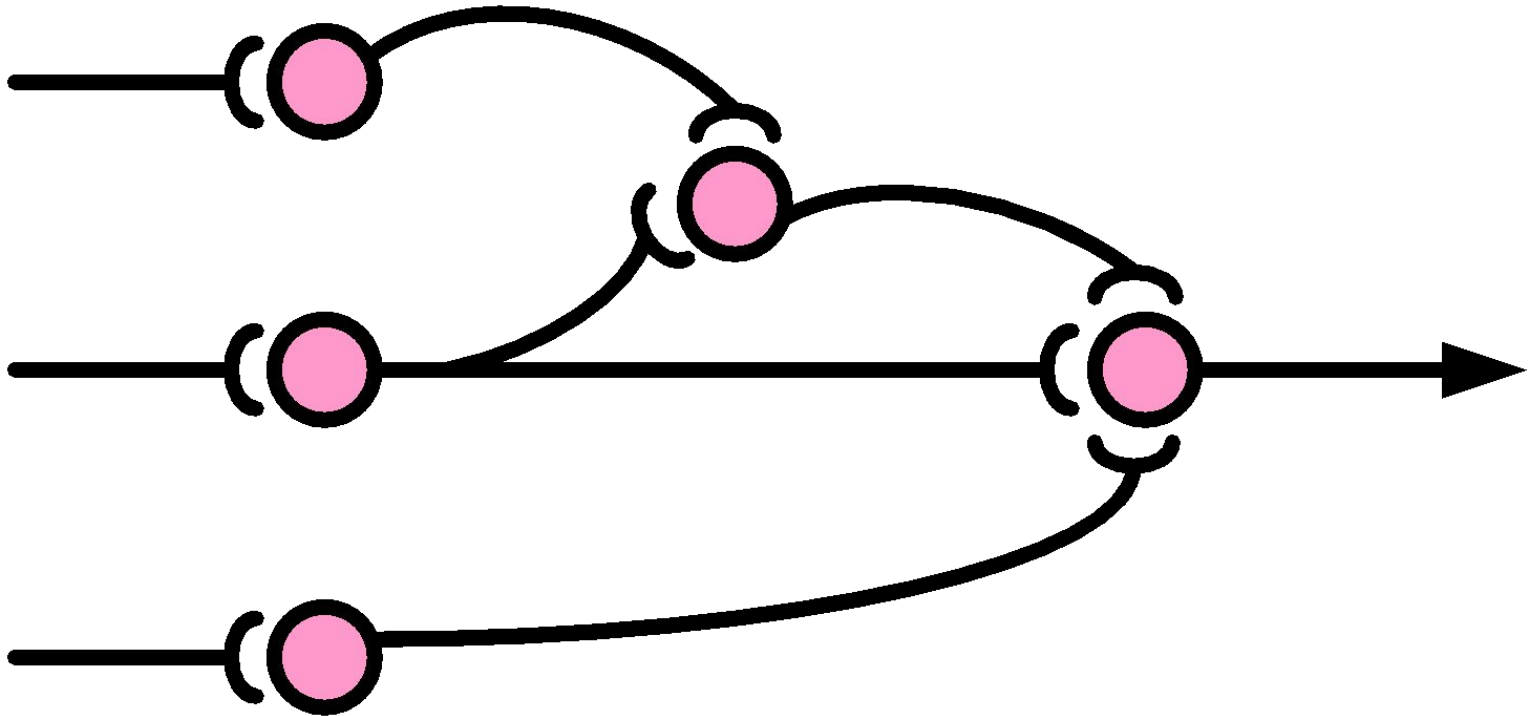
ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ НЕЙРОННЫЕ КОНТУРЫ

ДИВЕРГЕНЦИЯ



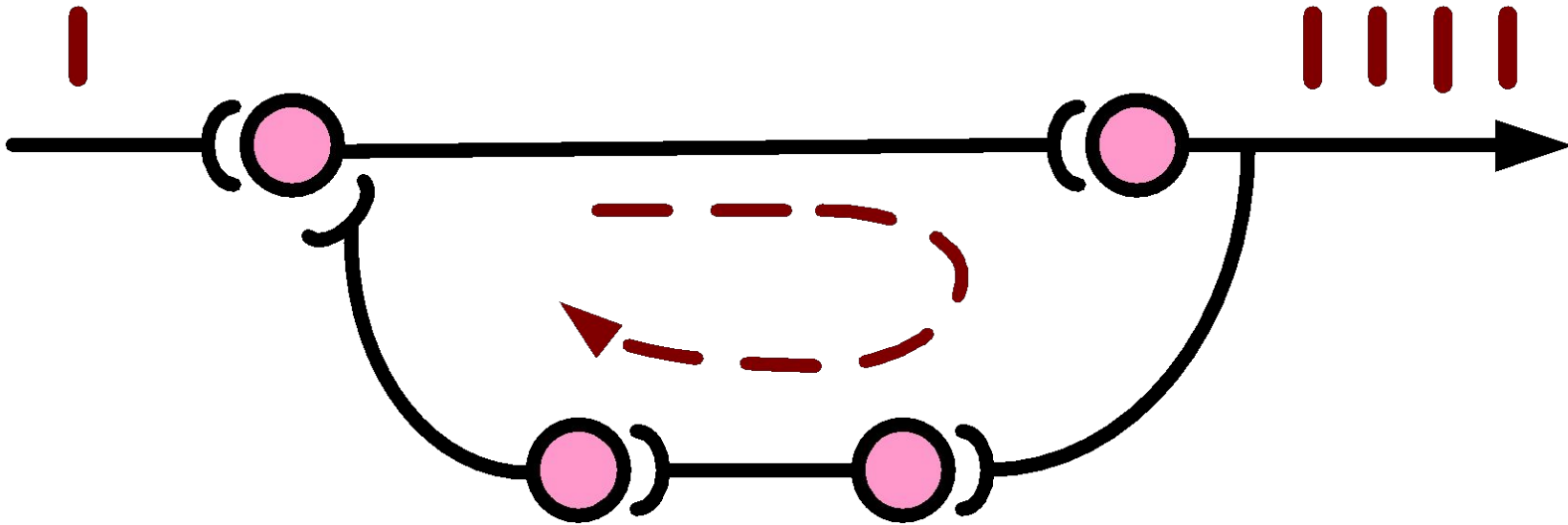
Дивергенция приводит к распространению (иррадиации) возбуждения по всем отделам ЦНС

КОНВЕРГЕНЦИЯ



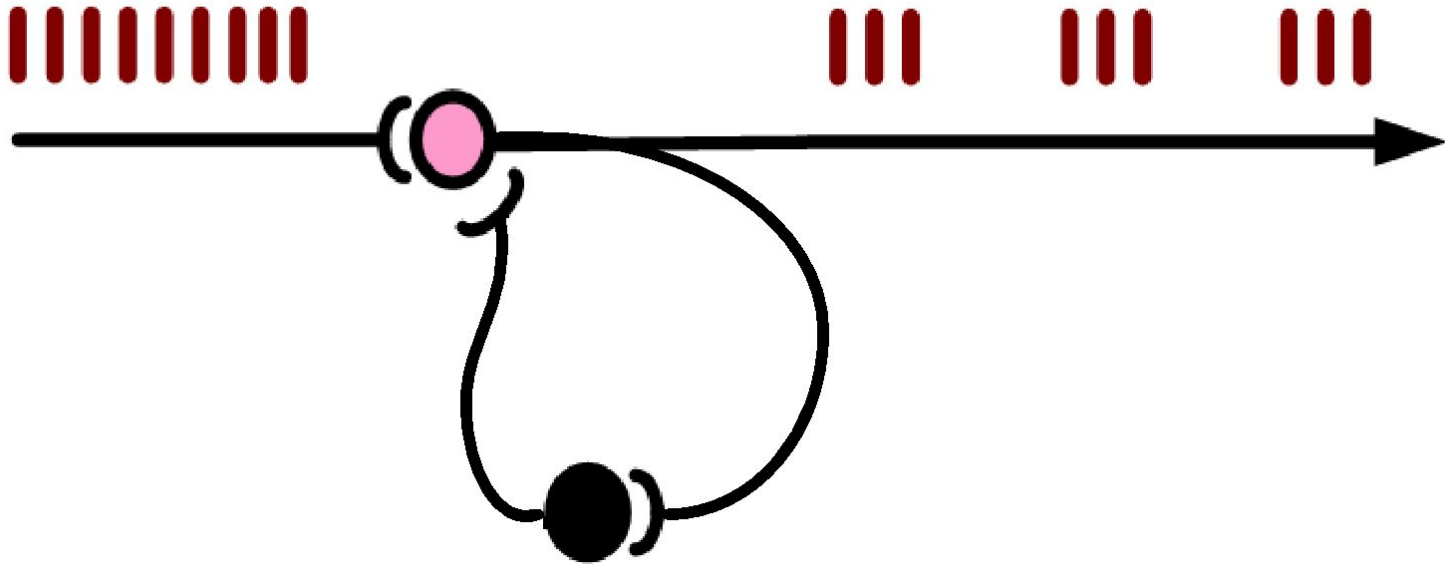
Конвергенция лежит в основе пространственной суммации возбуждения, ведёт к трансформации ритма возбуждения

КОЛЬЦЕВЫЕ НЕЙРОННЫЕ ЦЕПИ



Благодаря циркуляции возбуждения по замкнутым нейронным цепям, происходит усиление импульсации.
Возбуждение нейронов продолжается долго.

ВОЗВРАТНОЕ ПОСТСИНАПТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ



В замкнутой цепи нейронов с возвратным постсинаптическим торможением не только снижается возбудимость нейрона на входе, но и меняется характер импульсации на выходе (происходит трансформация ритма возбуждения)

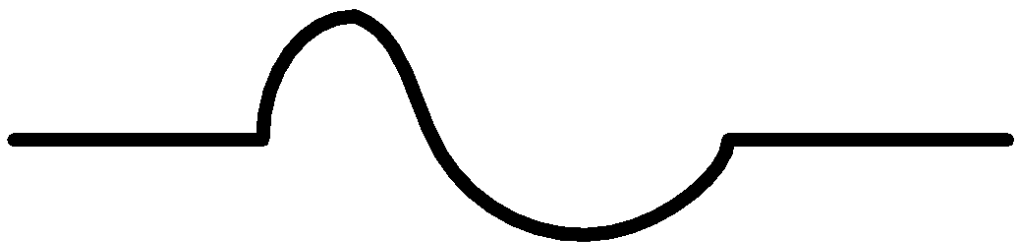
Суммация ВПСП и ТПСП
при возвратном постсинаптическом торможении
нейрона



ВПСП



ТПСП

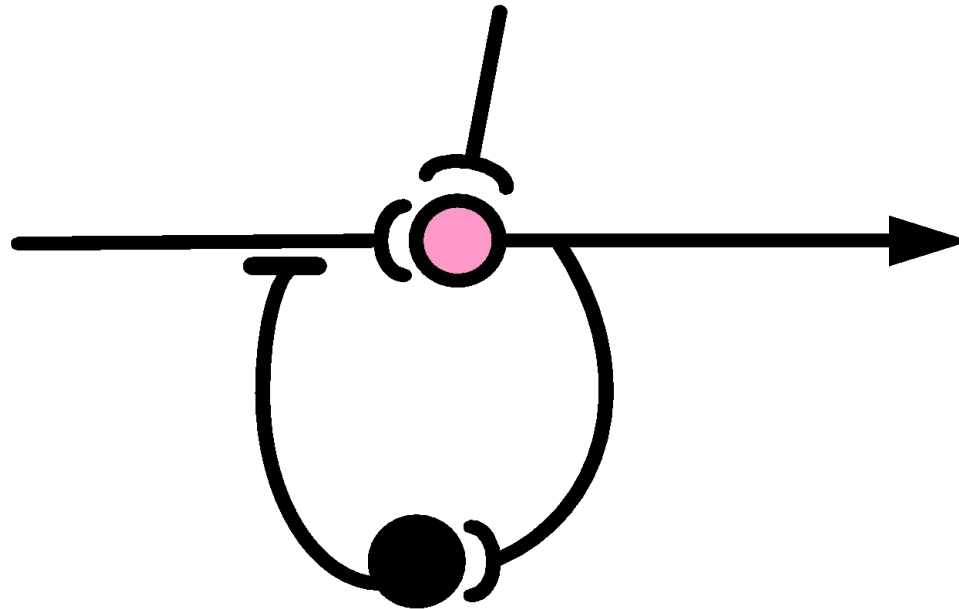


Результат
суммации
(аксонный холмик)



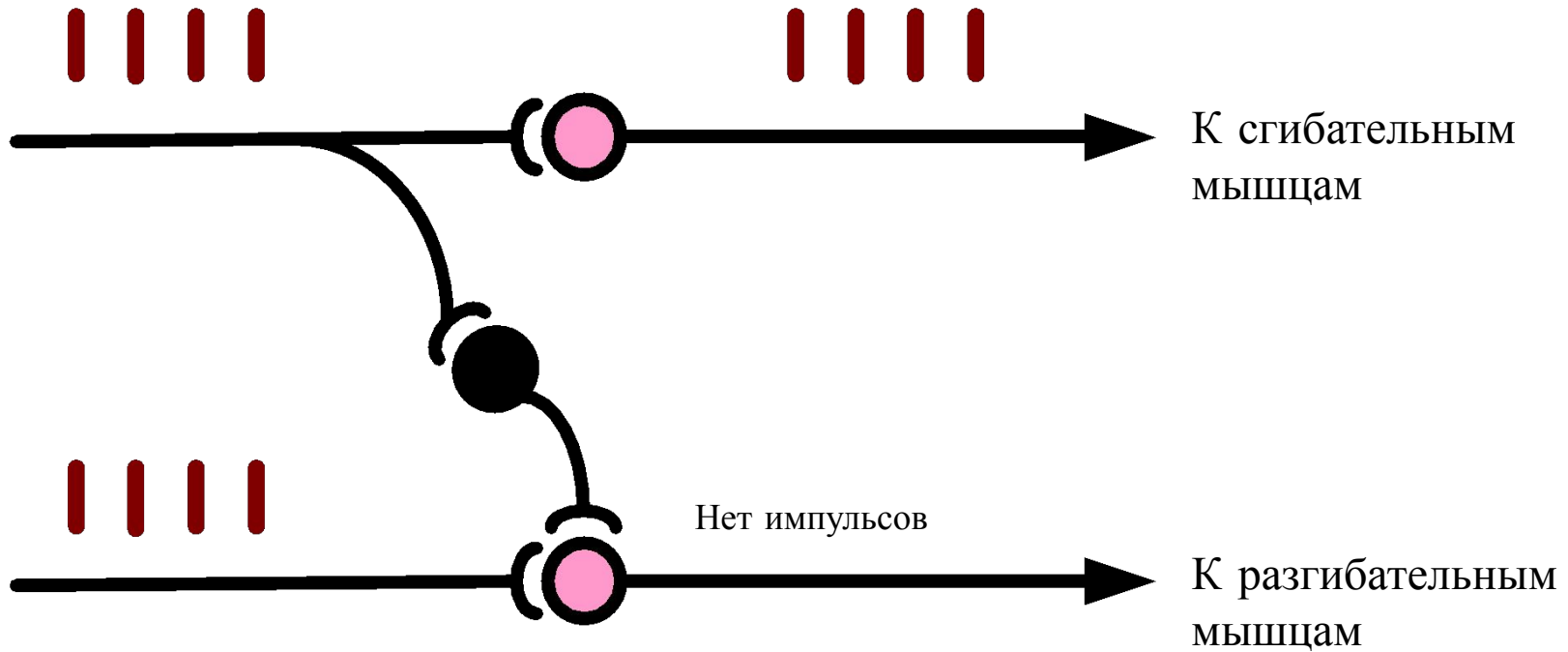
Импulseзация
в нервном волокне
(аксон)

ВОЗВРАТНОЕ ПРЕСИНАПТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ



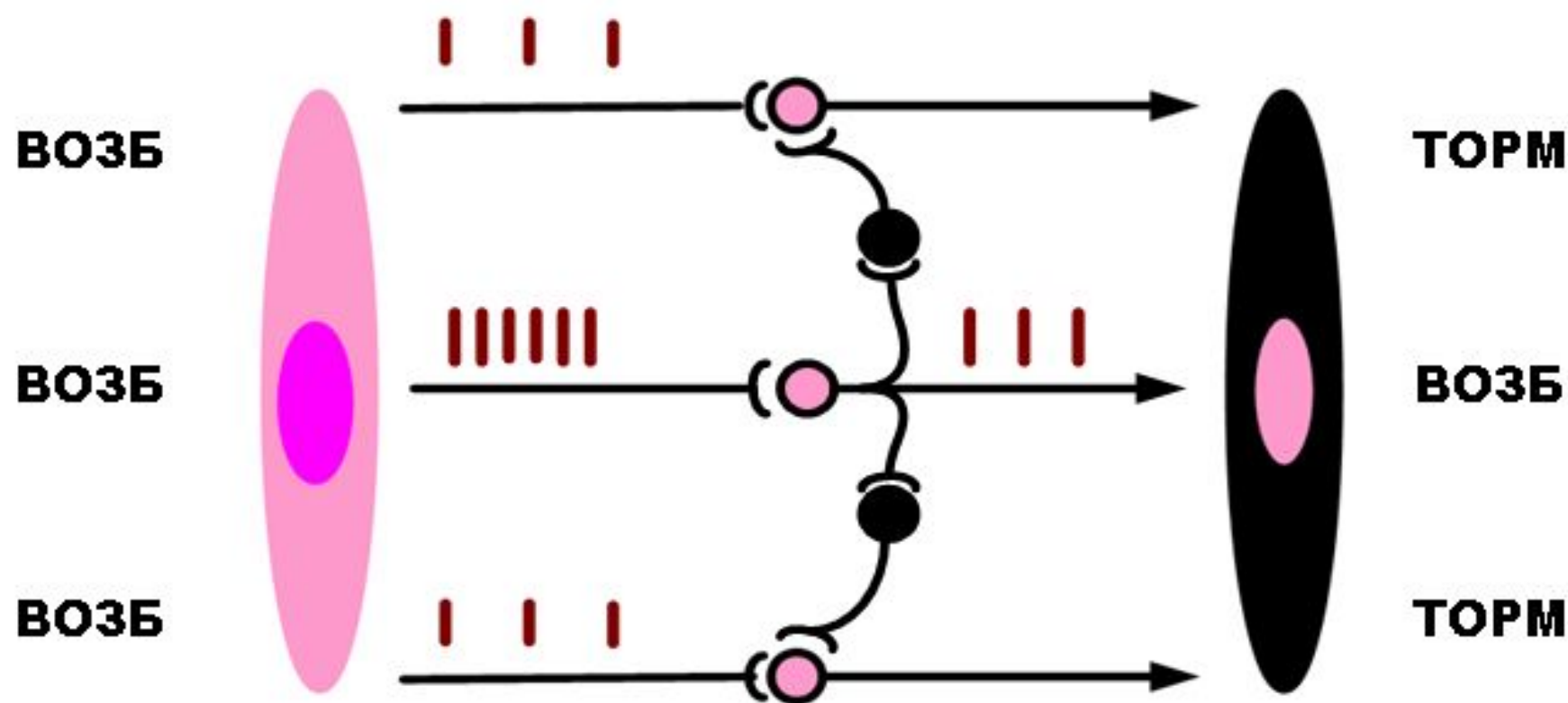
С помощью возвратного пресинаптического торможения происходит ограничение потока импульсов, поступающих к отдельному нейрону (а также к нервному центру) – по принципу саморегуляции.

РЕЦИПРОКНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ



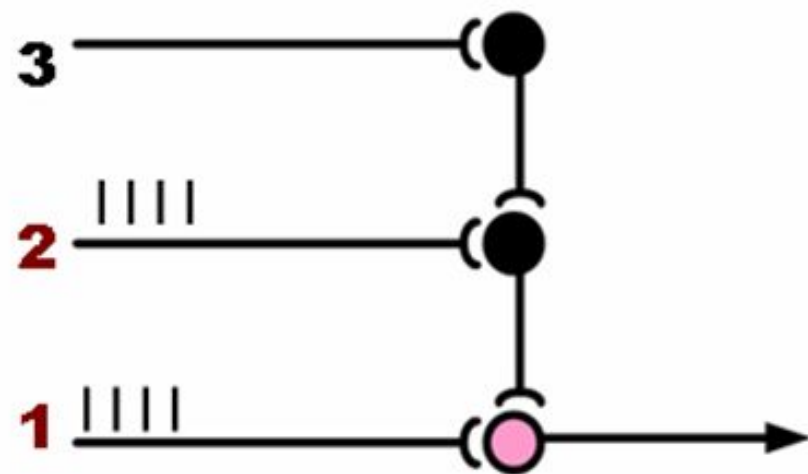
Благодаря реципрокному (сопряжённому) торможению, при возбуждении мотонейронов сгибательных мышц одновременно тормозятся мотонейроны разгибательных мышц. Происходит сгибание конечности.

ЛАТЕРАЛЬНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ



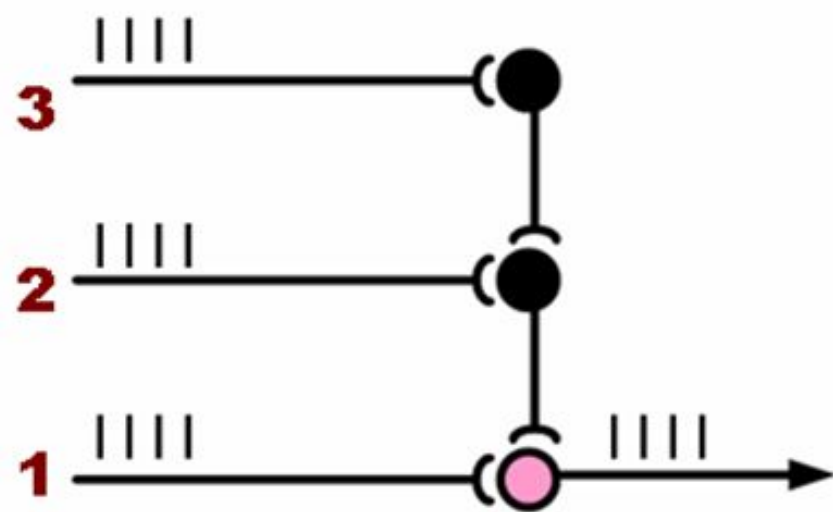
За счёт латерального торможения возбуждение фокусируется в узкий пучок – и точность восприятия увеличивается

ТОРМОЖЕНИЕ ТОРМОЖЕНИЯ (РАСТОРМАЖИВАНИЕ)



А

1+2 → торможение

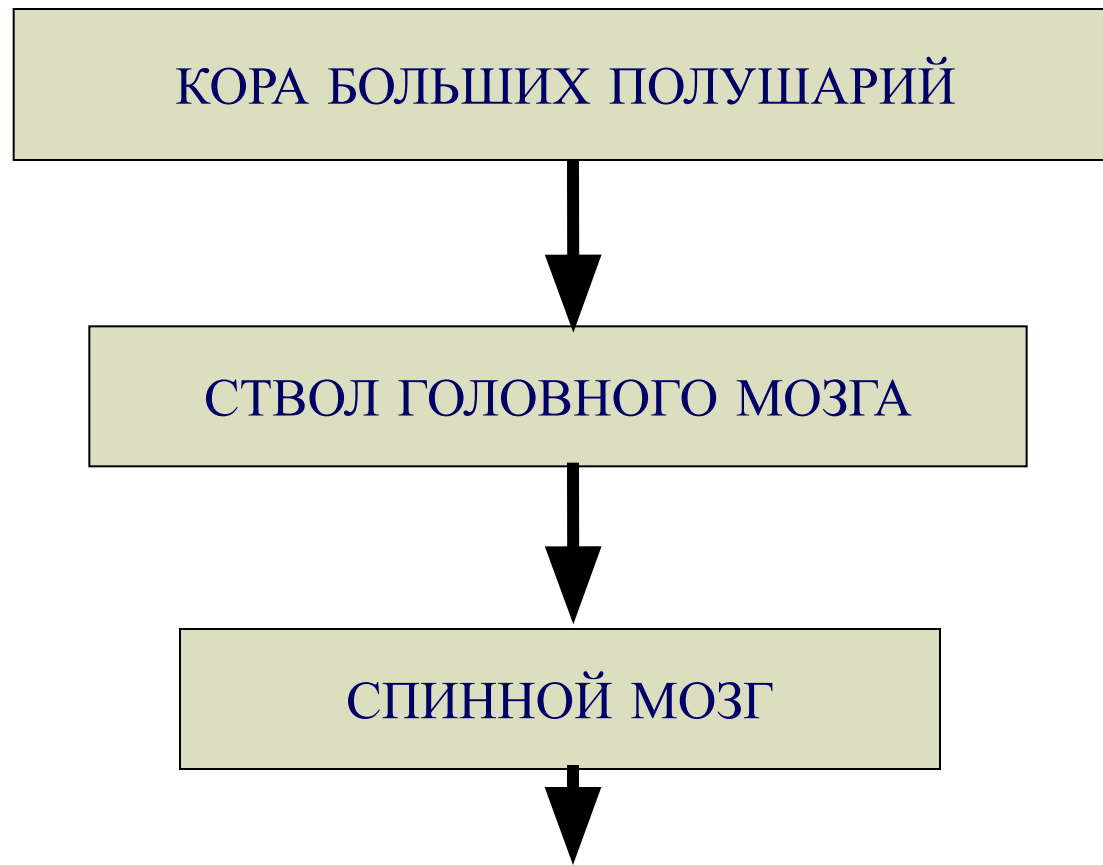


Б

**1+2+3 → возбуждение
(растормаживание)**

КООРДИНАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦНС

I. ПРИНЦИП СУБОРДИНАЦИИ (или иерархии)



II. ПРИНЦИП ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

КОРА
БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ

СТВОЛ
ГОЛОВНОГО МОЗГА

СПИННОЙ МОЗГ

КОПИЯ
ЭФФЕРЕНТАЦИИ

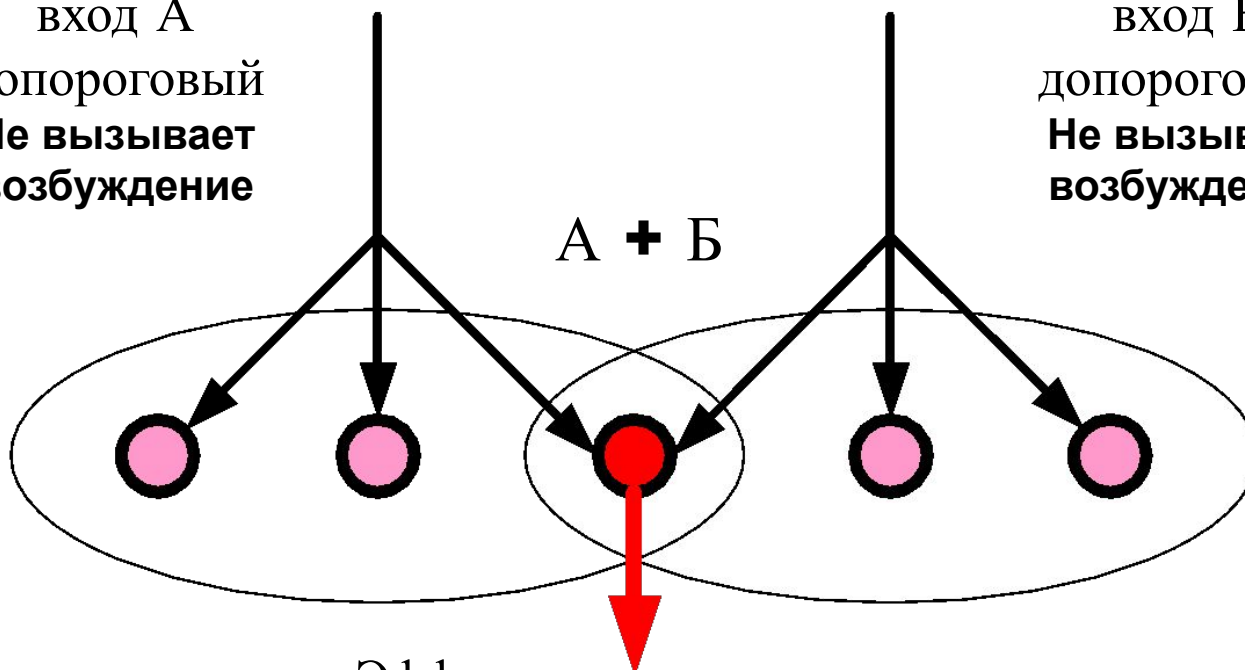
ВТОРИЧНАЯ АФФЕРЕНТАЦИЯ

III. ПРИНЦИП ОБЛЕГЧЕНИЯ И ОККЛЮЗИИ (В СИНЕРГИЧЕСКИХ НЕРВНЫХ ЦЕНТРАХ)

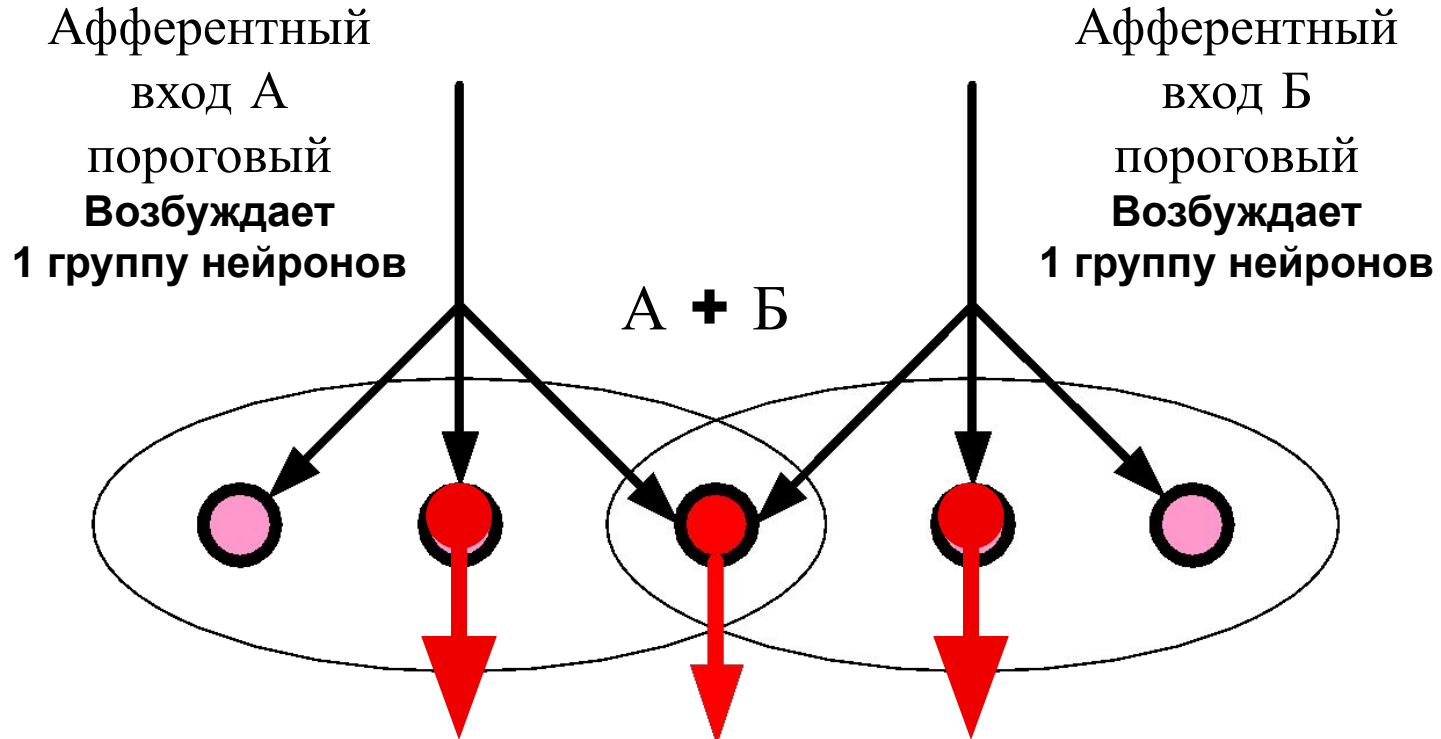
ОБЛЕГЧЕНИЕ

Афферентный
вход А
допороговый
Не вызывает
возбуждение

Афферентный
вход Б
допороговый
Не вызывает
возбуждение



ОБЛЕГЧЕНИЕ

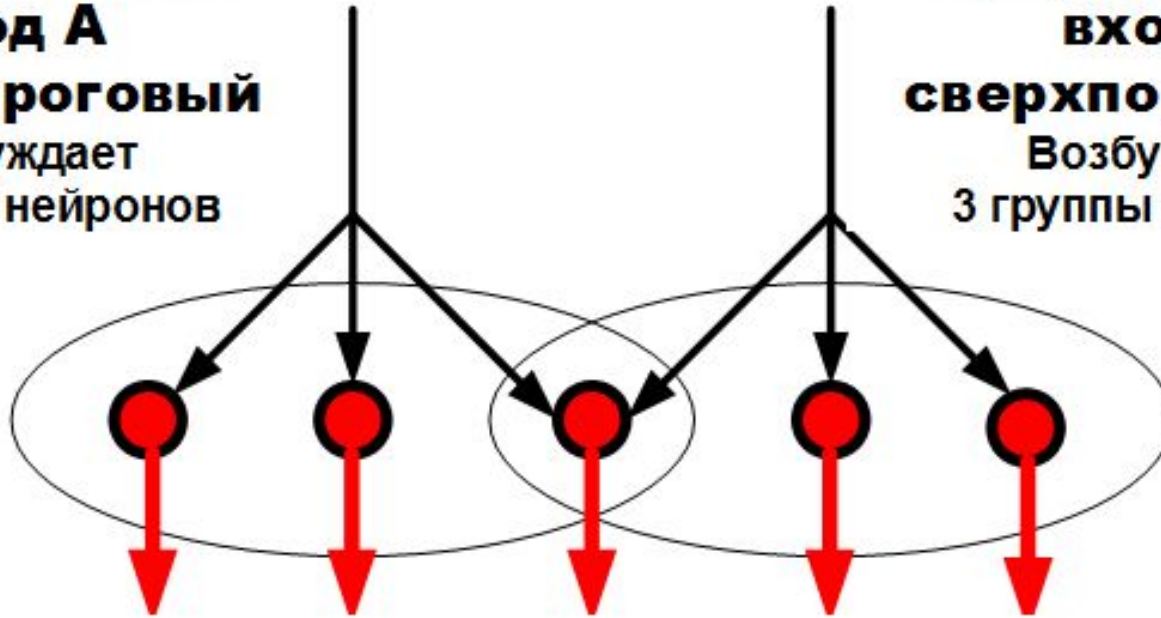


$$1 + 1 = 3$$

ОККЛЮЗИЯ

**Афферентный
вход А**
сверхпороговый
Возбуждает
3 группы нейронов

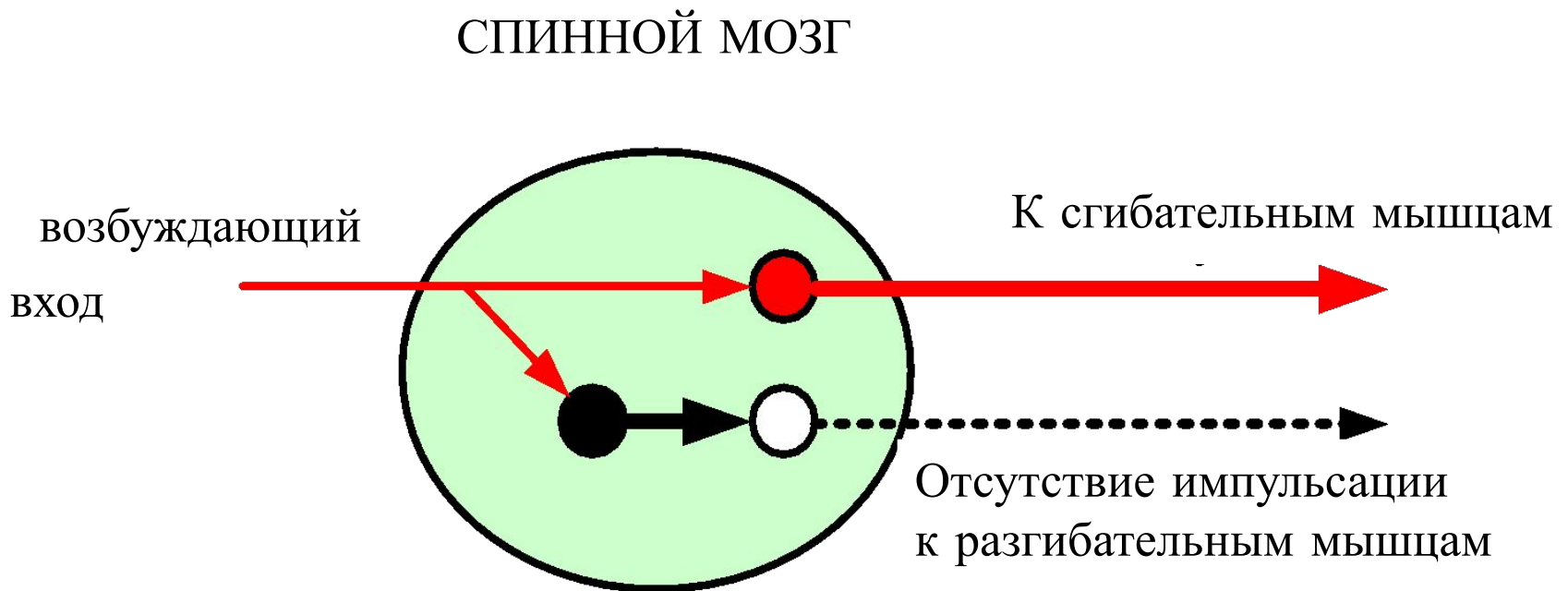
**Афферентный
вход Б**
сверхпороговый
Возбуждает
3 группы нейронов



Суммарный ответ меньше, чем простая сумма двух отдельных ответных реакций (за счёт конвергенции возбуждения к одним и тем же «общим» нейронам)

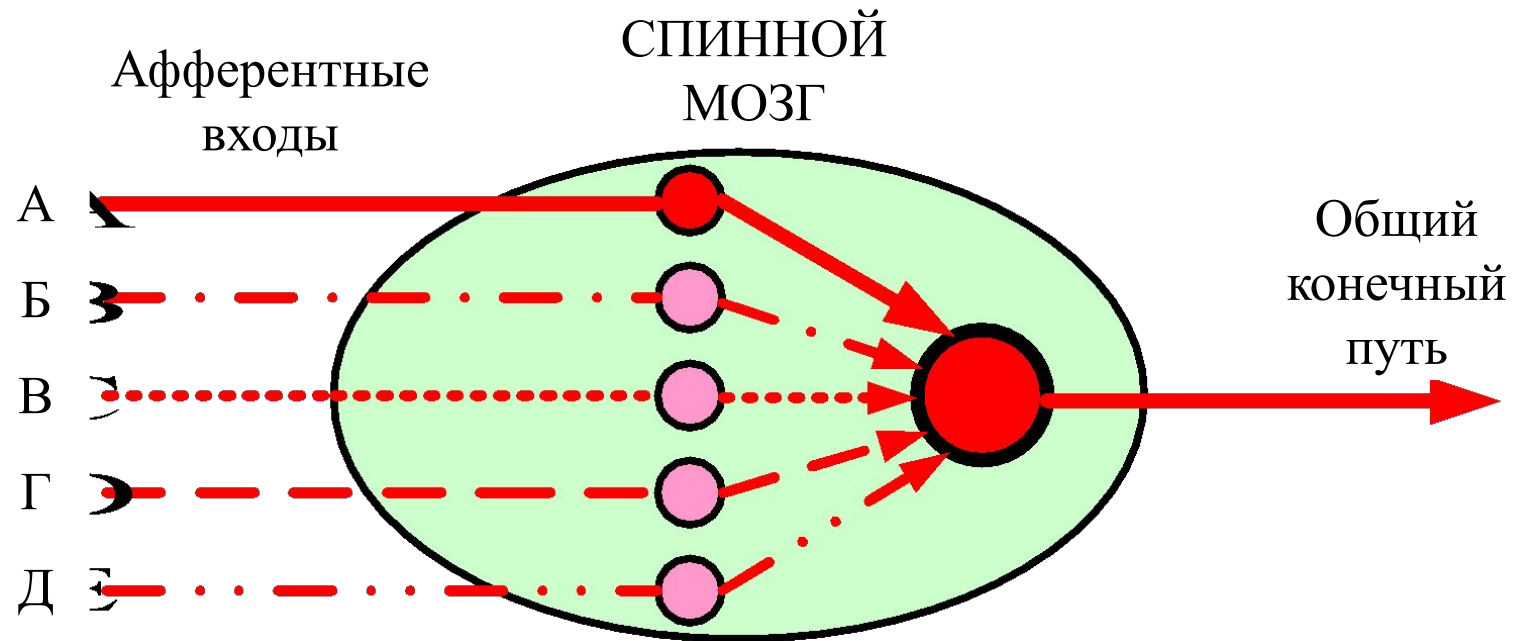
$$3 + 3 = 5$$

IV. ПРИНЦИП РЕЦИПРОКНОЙ ИННЕРВАЦИИ



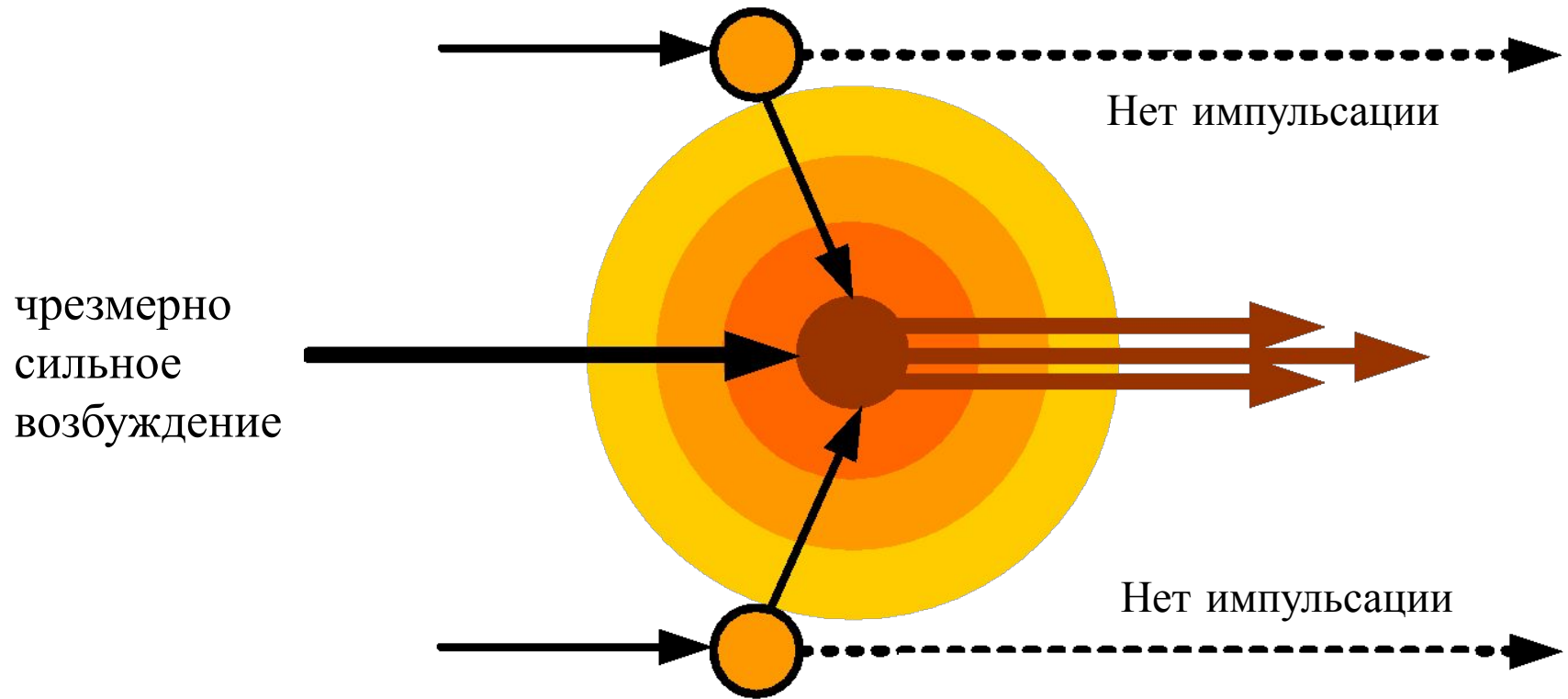
Иннервация антагонистических групп мышц (с использованием реципрокного постсинаптического торможения)

V. ПРИНЦИП ОБЩЕГО КОНЕЧНОГО ПУТИ (ОКП), ФАКТОР СИЛЫ В БОРЬБЕ ЗА ОКП



- Конвергенция импульсов от разных афферент-ных входов к одной и той же группе эфферент-ных нейронов.
- Сильнейший раздражитель (вход А) захватывает общий конечный путь

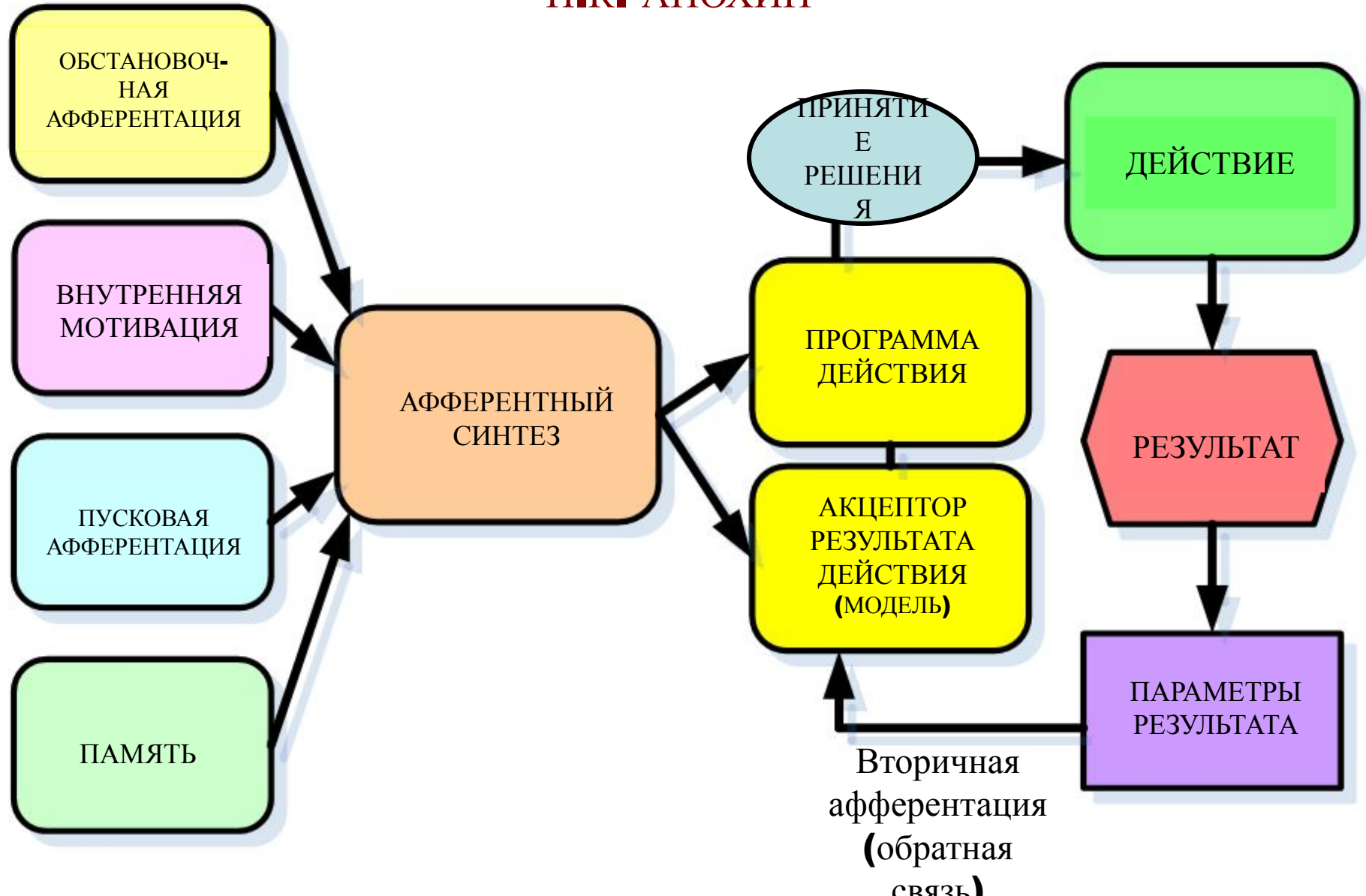
VI. ПРИНЦИП ДОМИНАНТЫ



- Доминантный центр «притягивает» к себе возбуждение, возникшее в других центрах.
- Из всех возможных ответных реакций в данный момент может осуществиться только одна - доминантная реакция.

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ДОМИНАНТЫ (СХЕМА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ)

П.К. АНОХИН



КОНЕЦ