

# Общие принципы управления функциями организма

# План лекции

- Способы и механизмы управления функциями организма
- Функциональная характеристика нейронов, нервных волокон и синапсов
- Рефлекторный принцип деятельности ЦНС
- Особенности распространения возбуждения в ЦНС
- Регуляция соматических функций
- Механизм мышечного сокращения

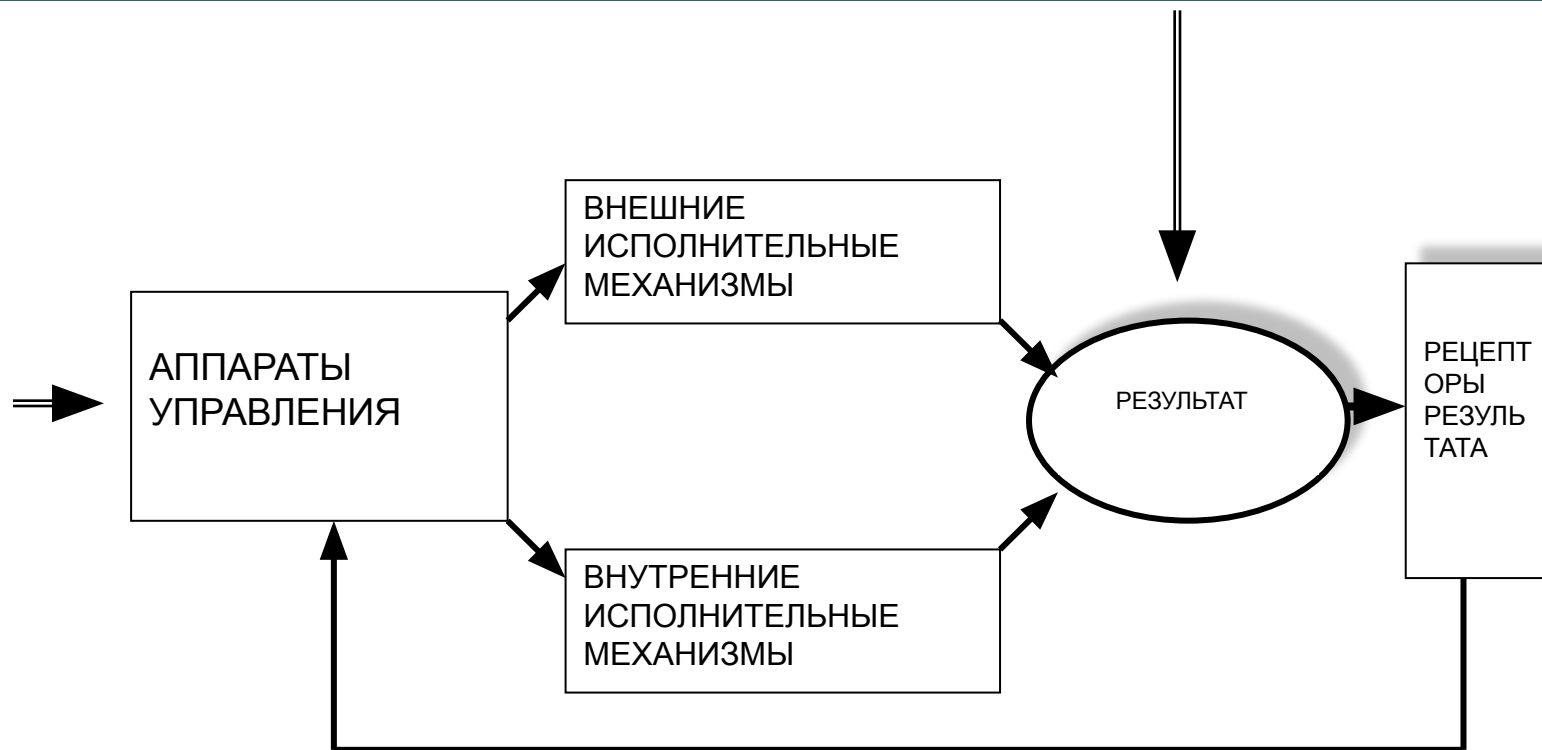
# Современный этап развития физиологии

---

- **Системный подход** – стремление понять то или иное явление или процесс, происходящий в организме, в совокупности со всеми остальными явлениями

- 
- **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА –  
СОВОКУПНОСТЬ РАЗНОРОДНЫХ  
ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ,  
ОБЪЕДИНЕННЫХ НА  
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ  
ДОСТИЖЕНИЯ КАКОГО-ЛИБО  
ПОЛЕЗНОГО РЕЗУЛЬТАТА**

# ОБЩАЯ СХЕМА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ



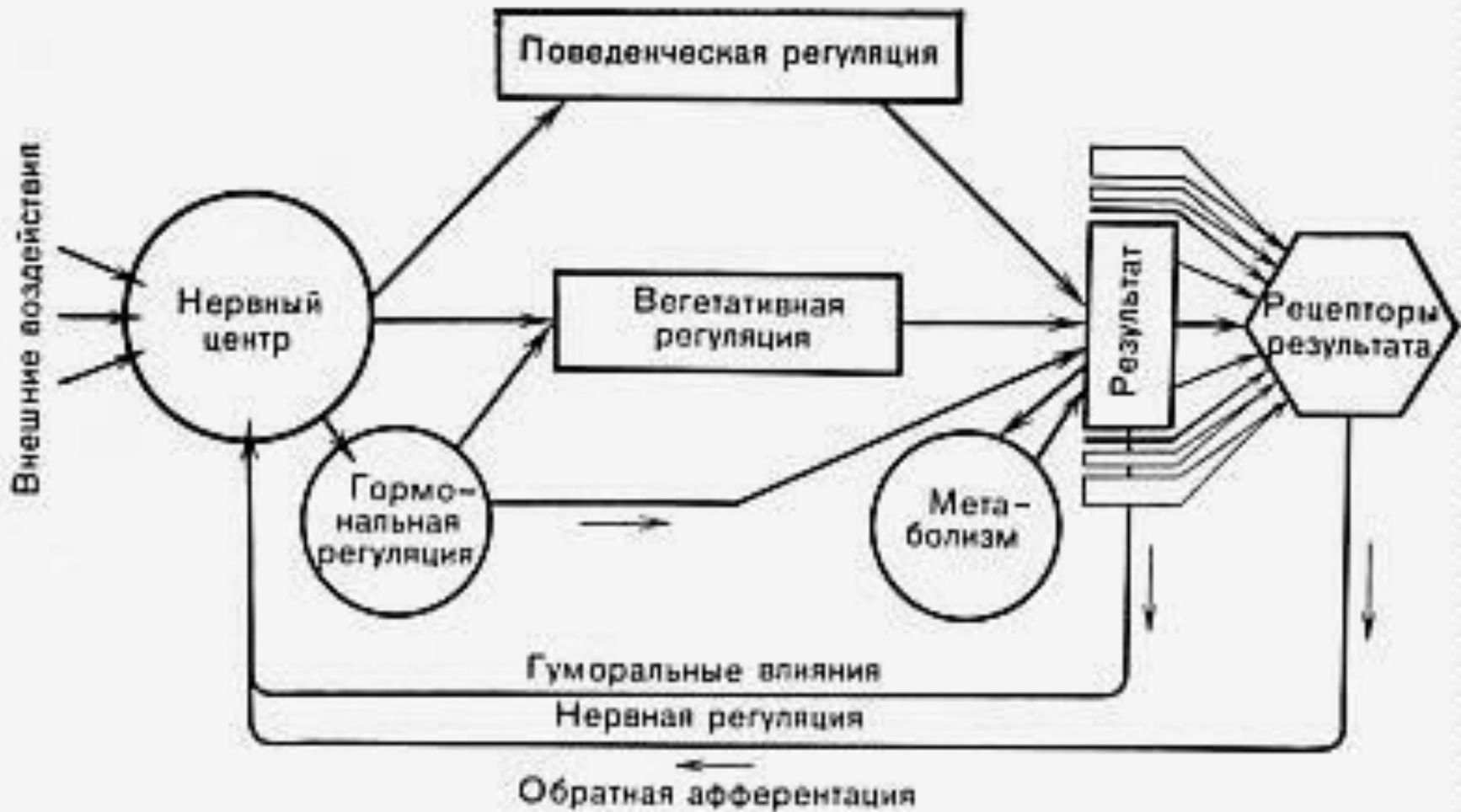


Рис. 1. Схема функциональной системы по П. К. Анохину.

# Способы и принципы управления функциями организма

- Способы : Инициация
- Регуляция или коррекция
- Координация
- Принципы: по возмущению
- по рассогласованию
- с прогнозированием

# Механизмы регуляции

- Нервный
- Гуморальный

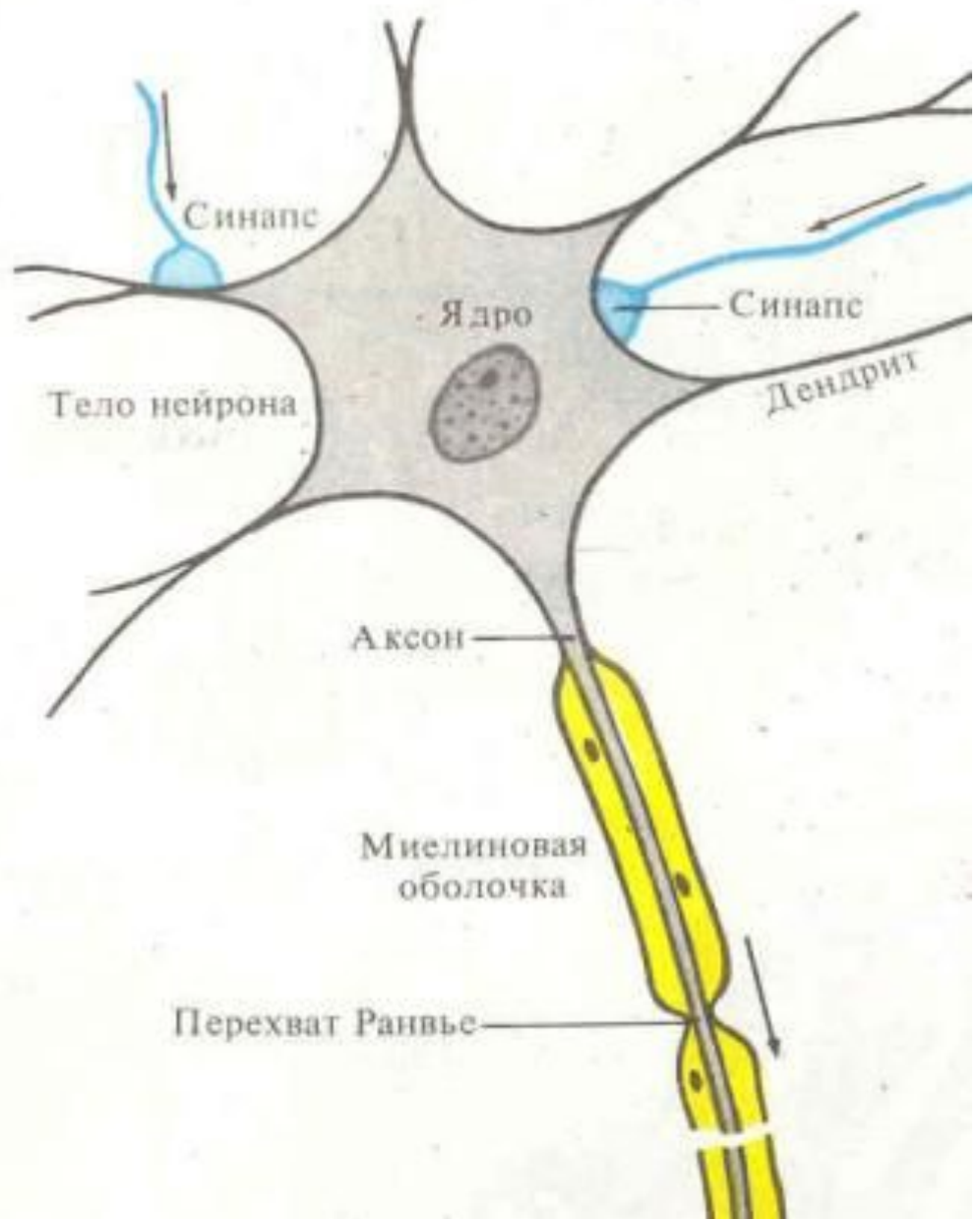
Особенности нервной регуляции –  
срочность и точность



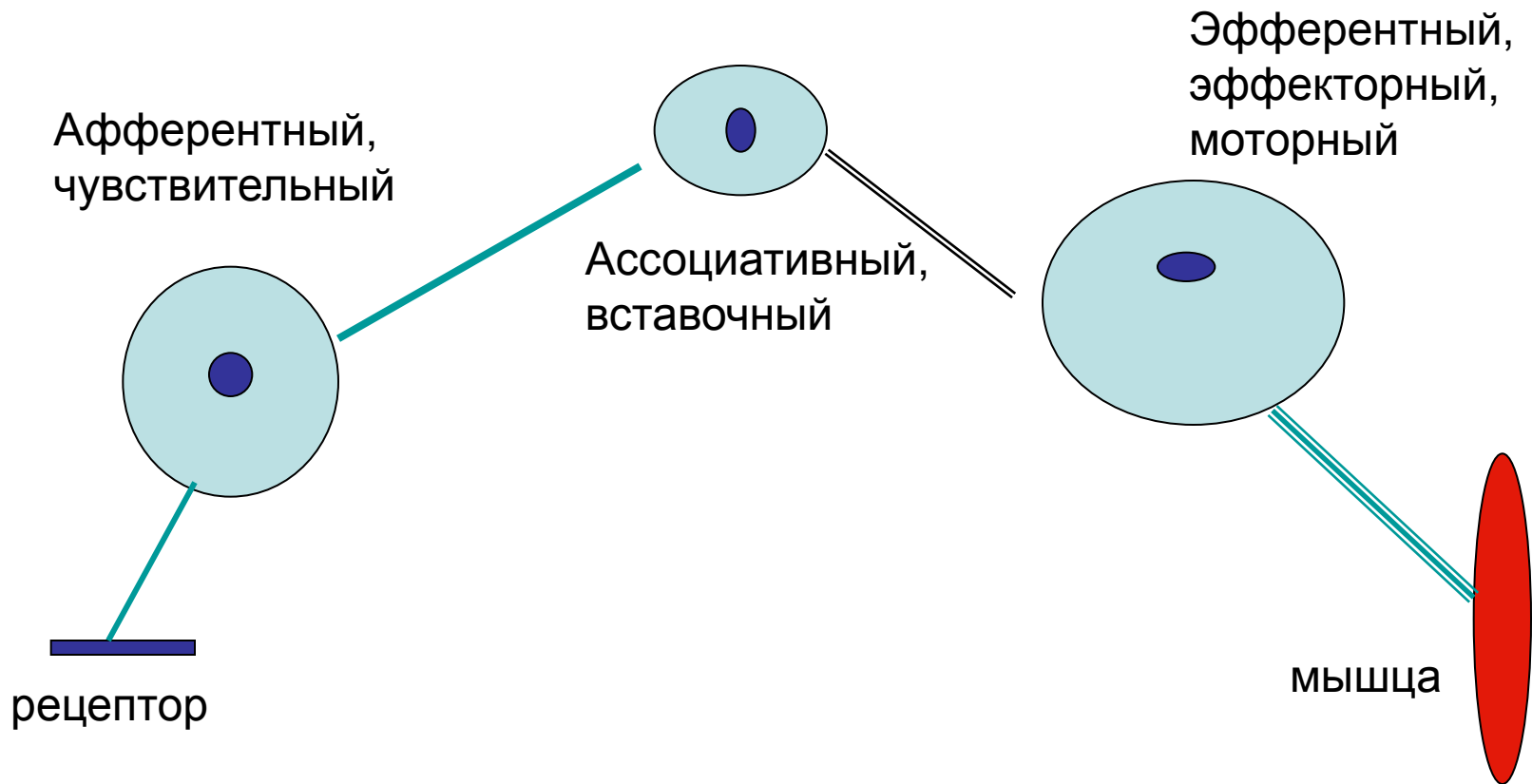
# Нервная система

- Центральная – спинной и головной мозг
- Периферическая – нервные узлы (чувствительные и вегетативные), нервные волокна и окончания

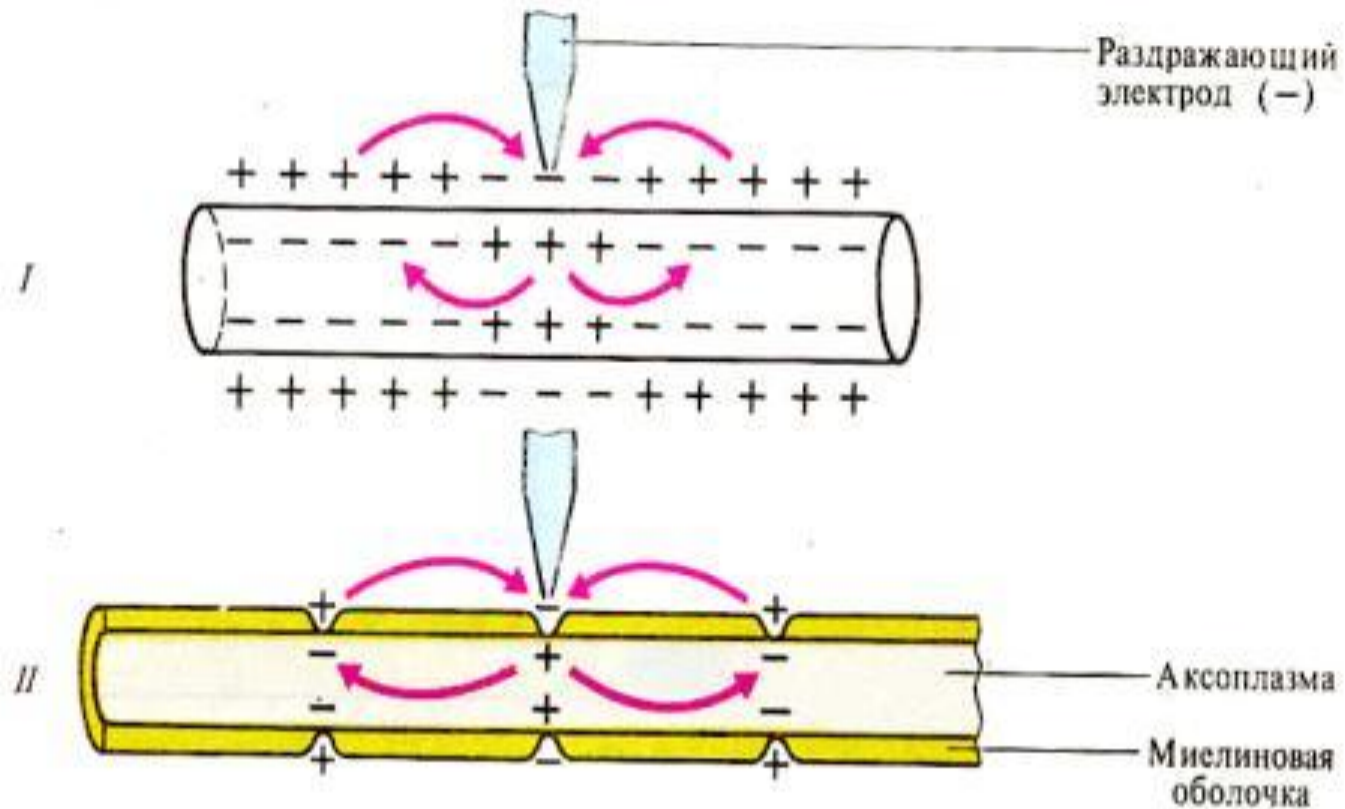
# Нейрон и его КОМПОНЕНТЫ



# Классификация нейронов



# Проведение возбуждения в нервных волокнах



Проведение возбуждения в нервных волокнах (по Дж. Бендоллу, 1970):

*I* — немиелинизированное волокно, *II* — миелинизированное волокно (сальтаторное проведение)

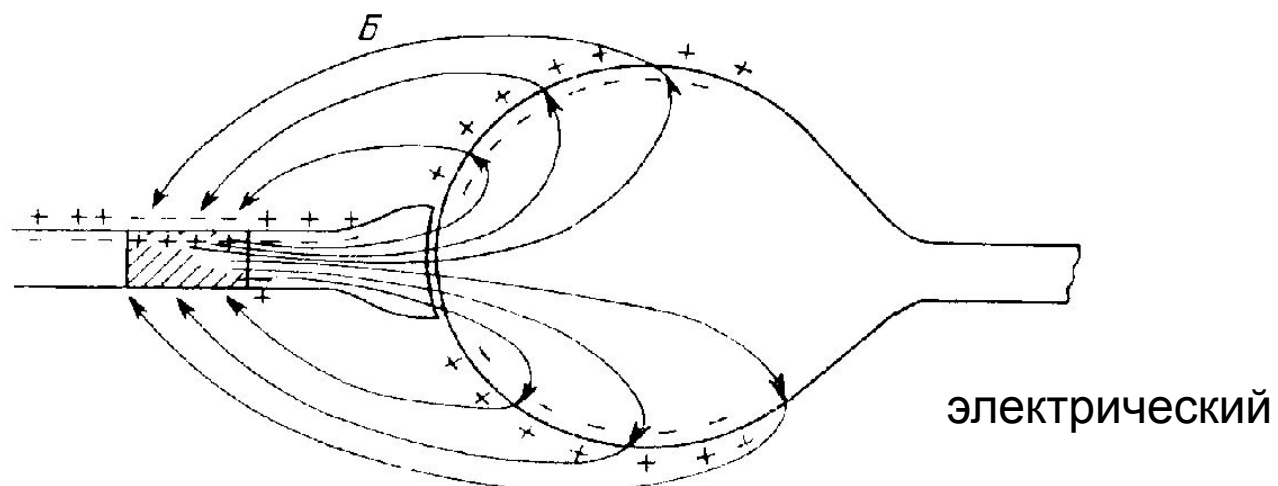
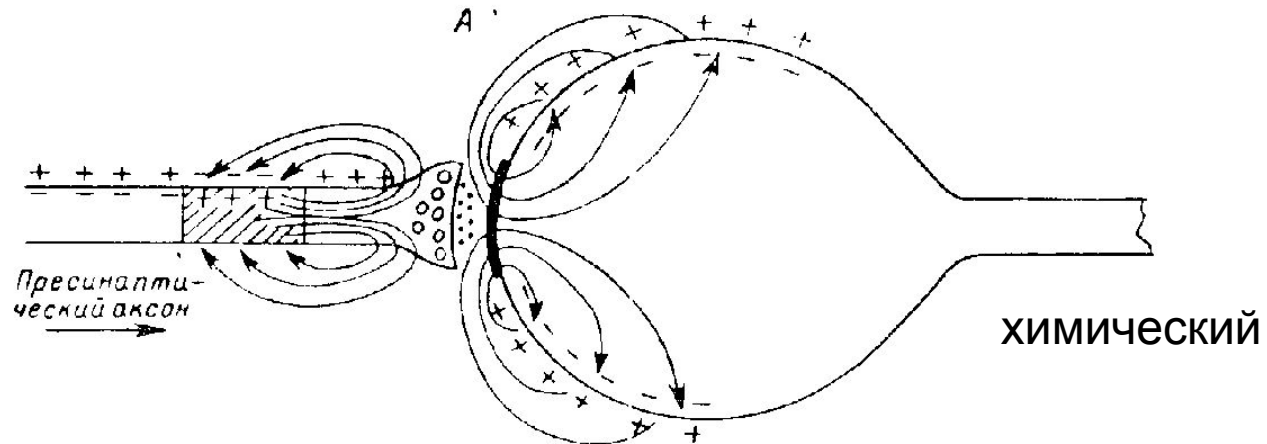
# Законы проведения возбуждения по нервным волокнам

- Закон анатомической и физиологической непрерывности
- Закон двустороннего проведения
- Закон изолированного проведения

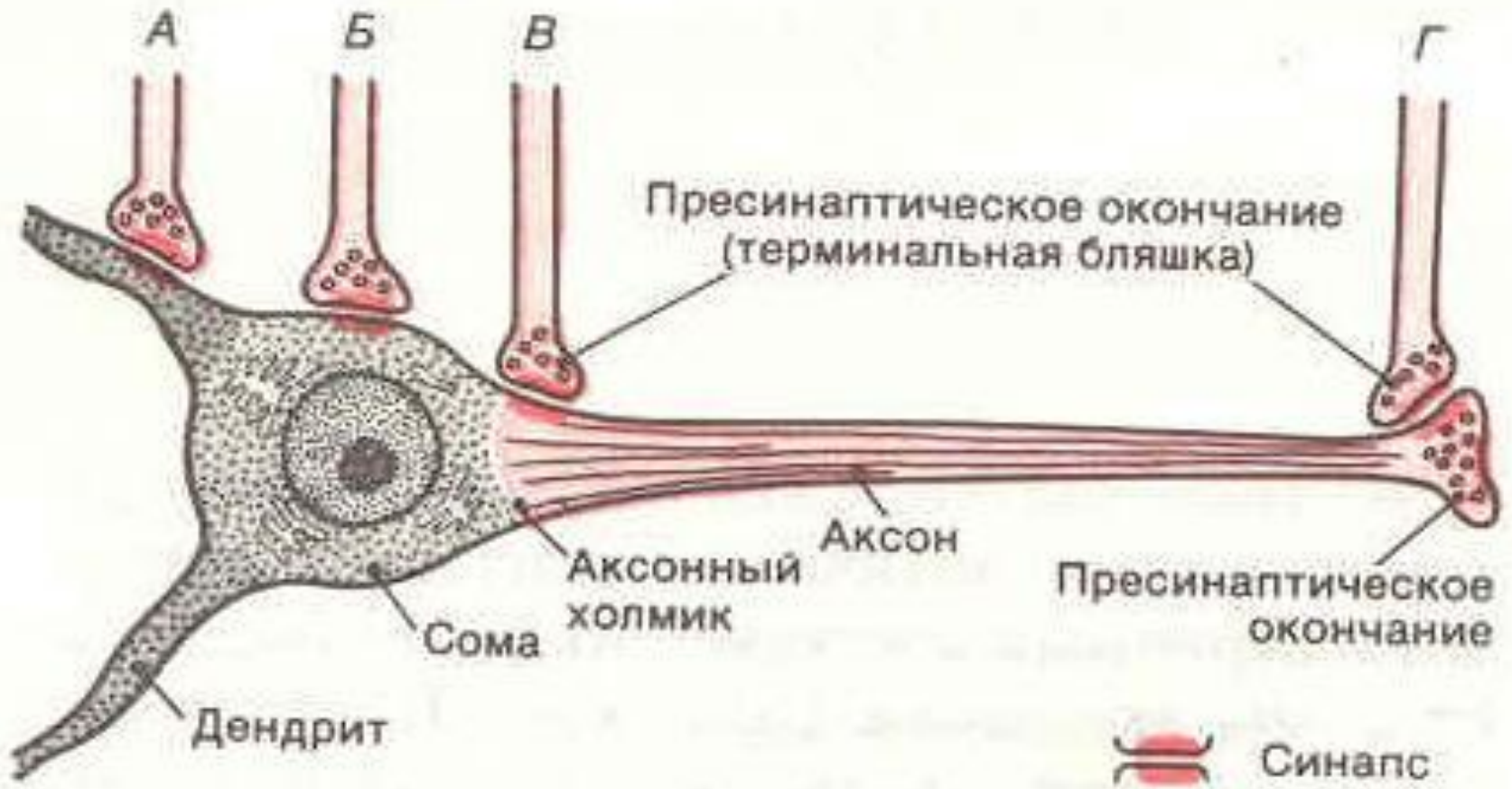
# Классификация нервных волокон

- Волокна типа А ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ) – мякотные толстые моторные волокна, скорость проведения возбуждения до 120 м/сек.
- Волокна типа В – тонкие мякотные волокна, чаще чувствительные, скорость проведения 3-18 м/сек.
- Волокна типа С – безмякотные, вегетативные, скорость проведения не больше 3 мсек.

# Сигналы в ЦНС

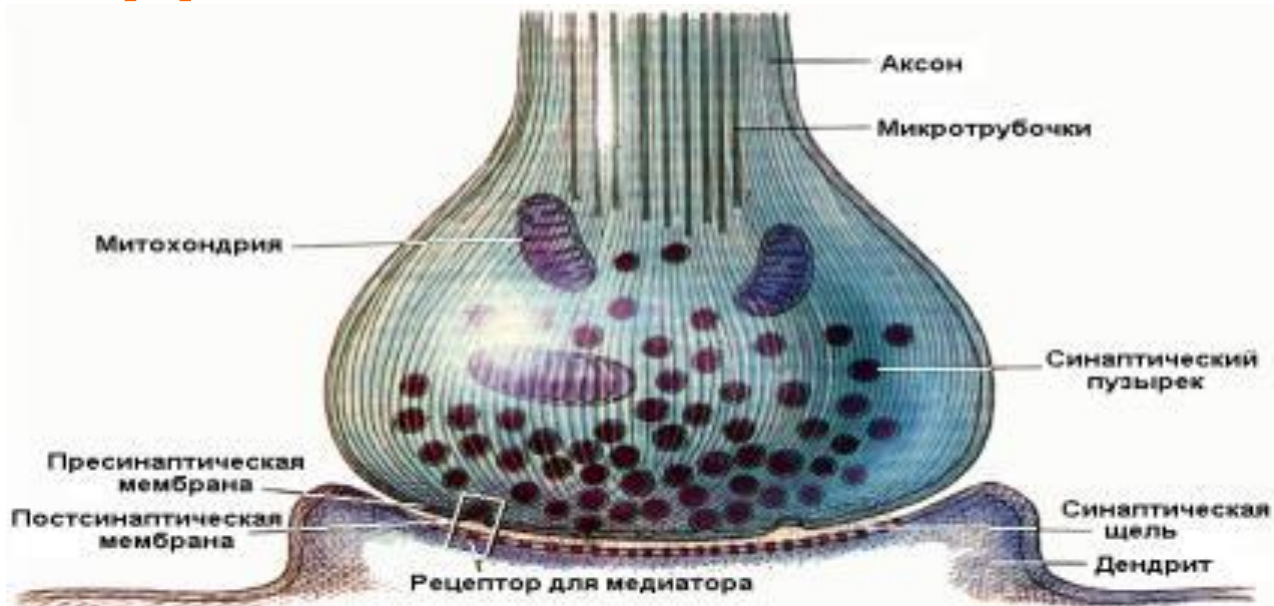


# Синапсы на нейроне





# СТРУКТУРА И МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ СИНАПСА



Синаптический пузырек освобождает медиатор



Медиатор взаимодействует с рецептором. Канал открывается



Перемещение ионов Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup>

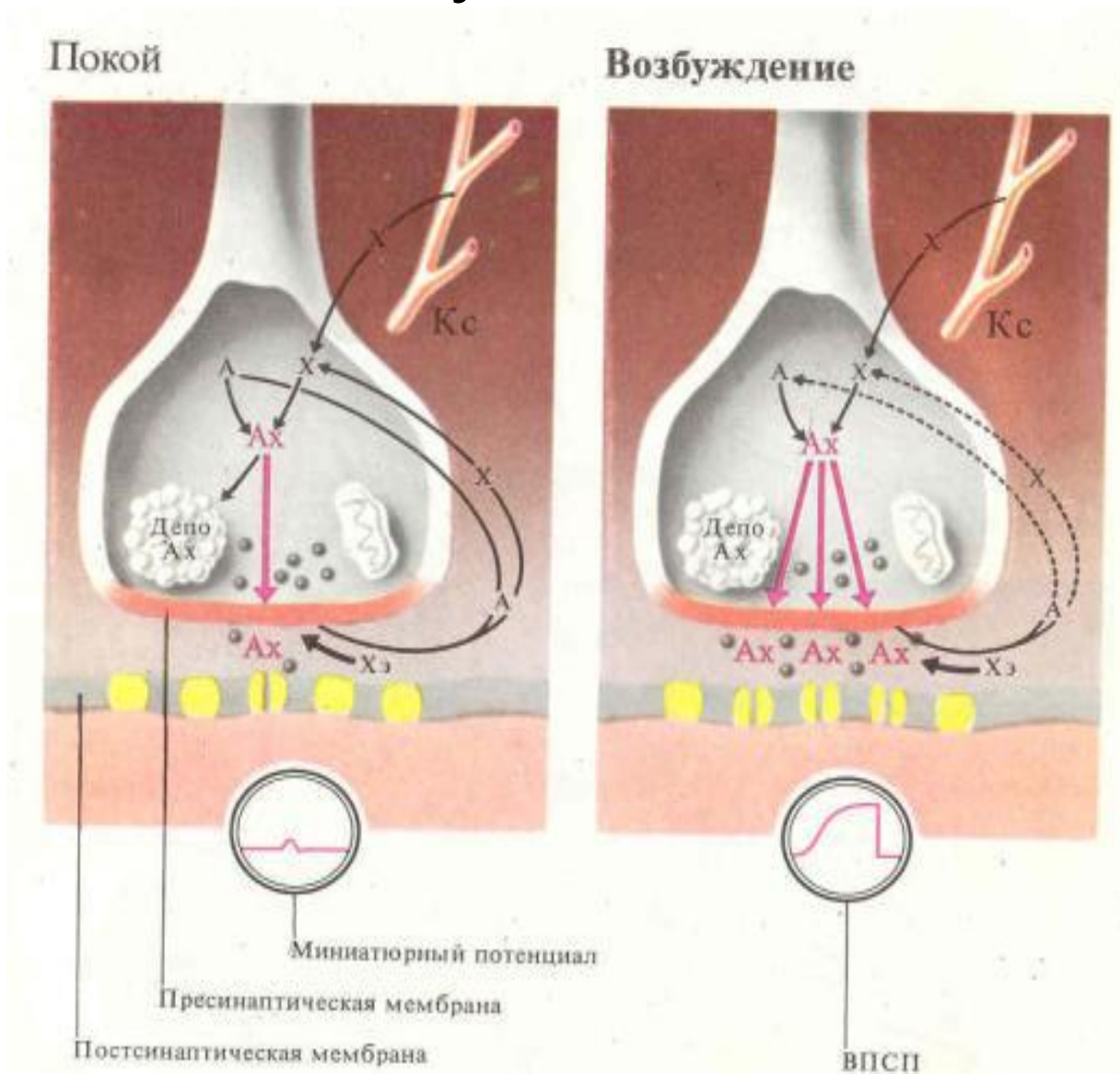


Обратное пог. во время медиатора пресинаптически свитачивается



Блокада рецептора антагонистом

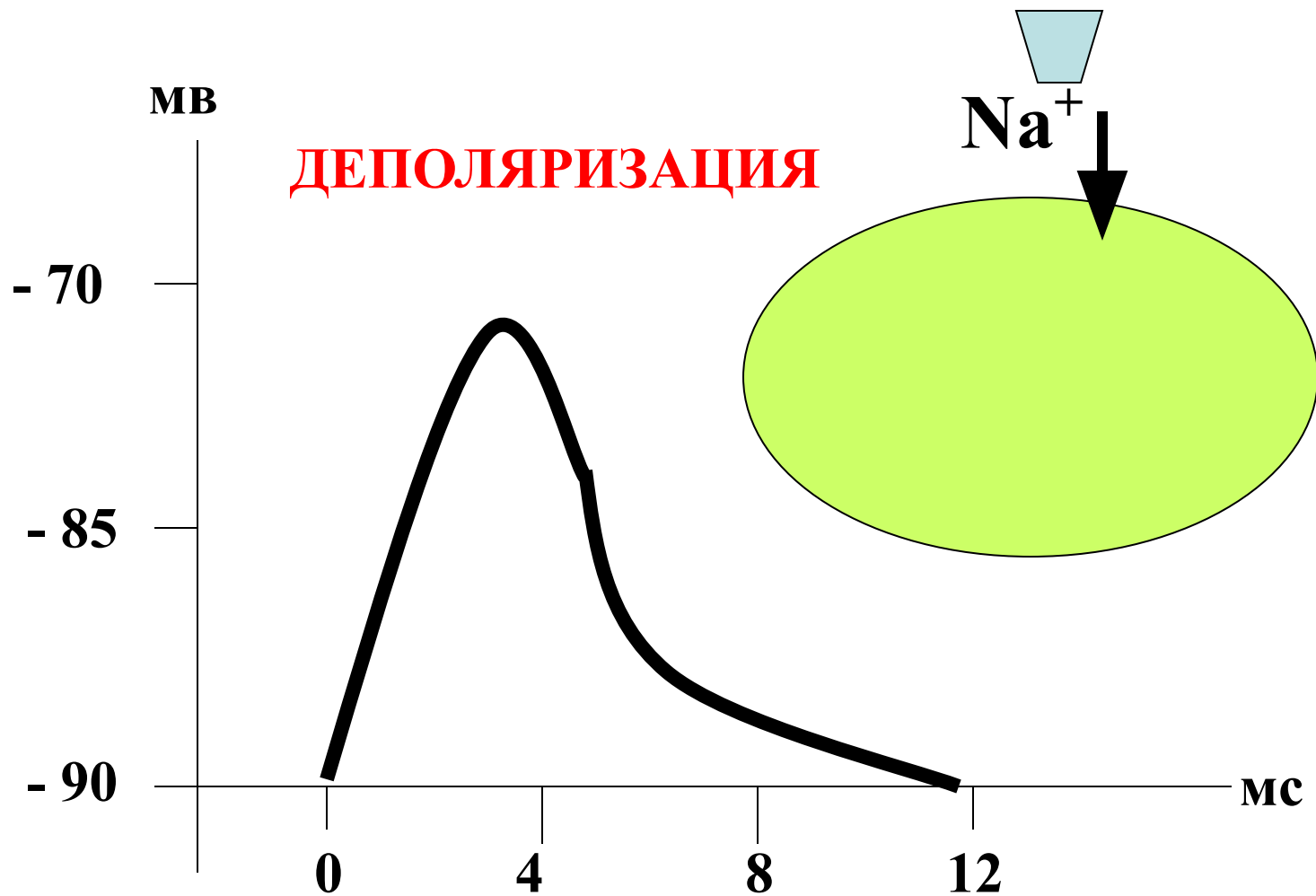
# Синаптические процессы в возбужденном и невозбужденном синапсе



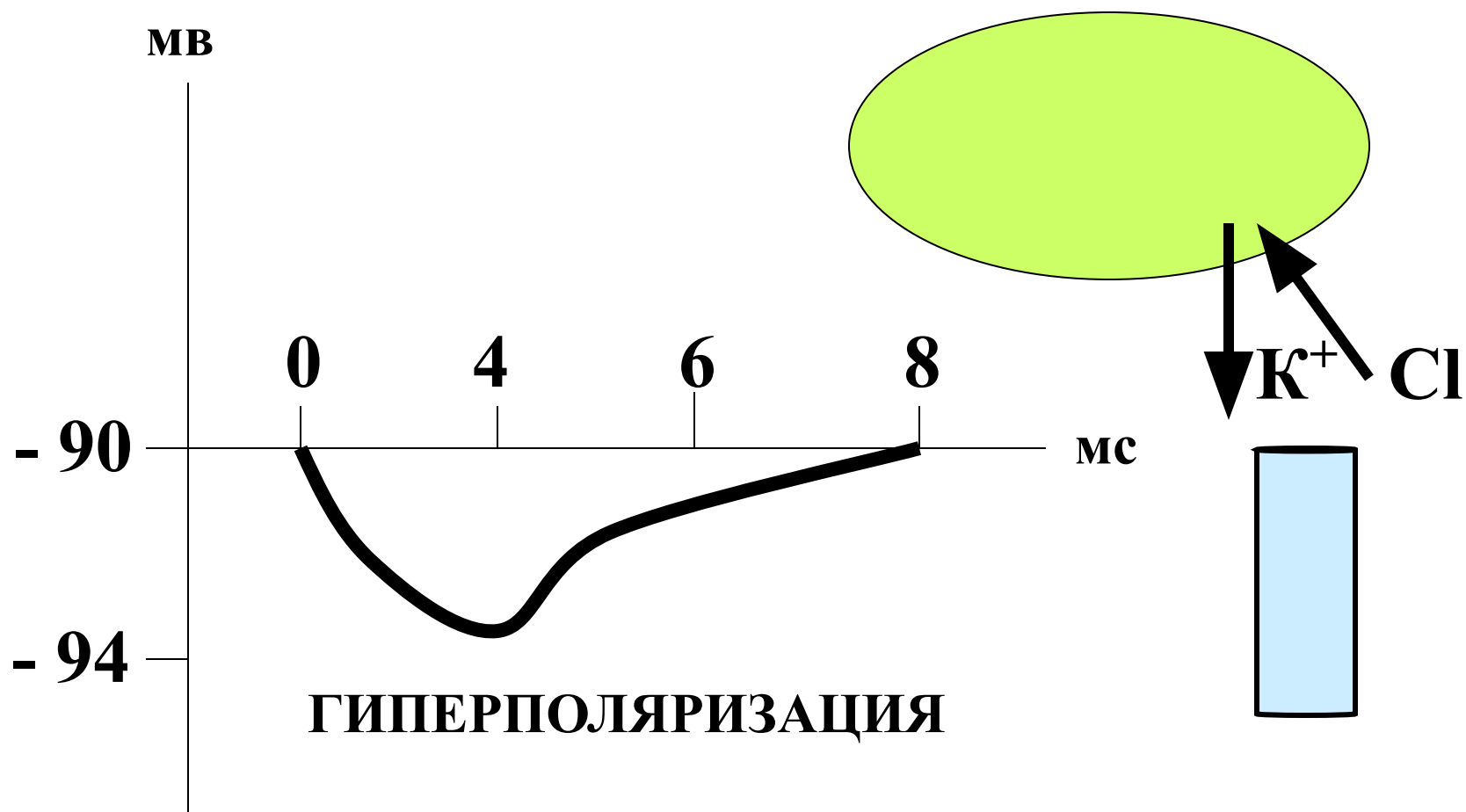
# Последовательность процессов передачи возбуждения в синапсе

- Возбуждение пресинапса, открытие  $Ca^{2+}$  – каналов, вход кальция в пресинапс
- Выброс медиатора (ацетилхолина) из пресинапса в синаптическую щель
- Взаимодействие медиатора с рецептором постсинаптической мембраны
- Деполяризация постсинаптической мембраны (вход  $Na^{+}$ ), формирование постсинаптического потенциала (ВПСП) – достижение КУД - ПД

# Возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП)



# Тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП)

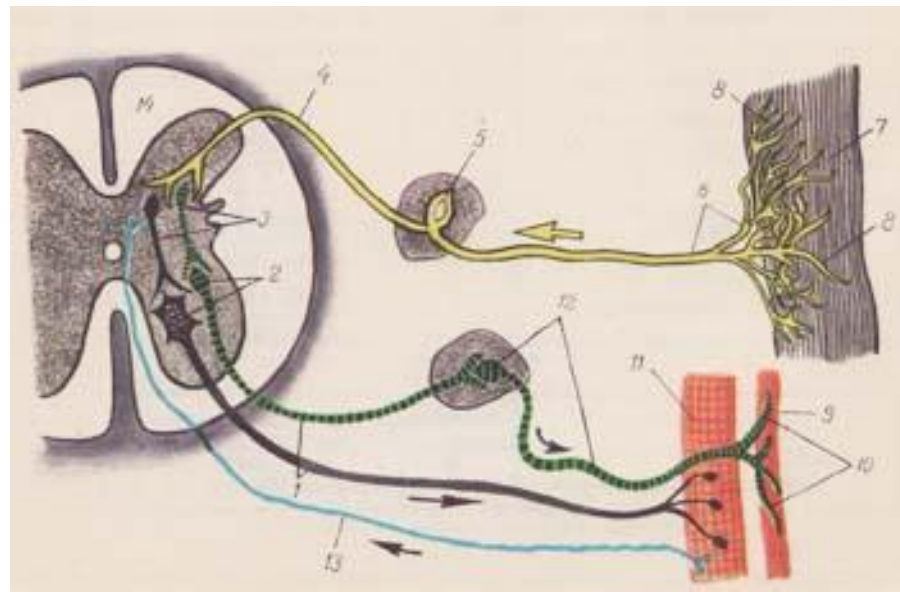
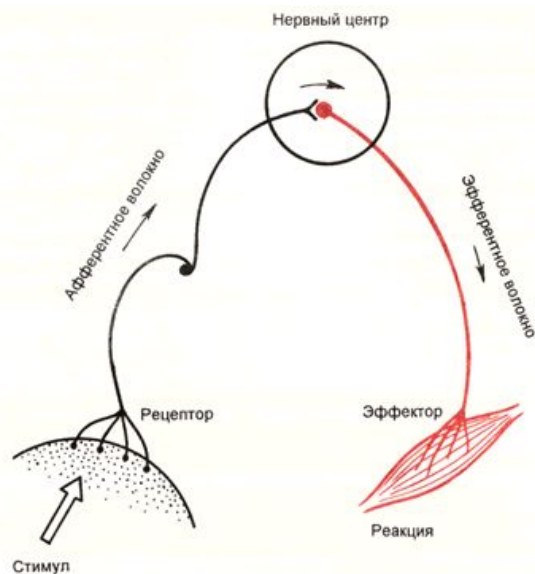


# Свойства химических синапсов

- Одностороннее проведение возбуждения
- Задержка возбуждения
- Зависимость от количества медиатора
- Сохраняет следы предшествующего возбуждения
- Быстрая утомляемость
- Высокая чувствительность к гипоксии, ядам.

# РЕФЛЕКС-главный принцип деятельности ЦНС

Это первичная элементарная реакция организма на действие внешних или внутренних раздражителей, протекающая с участием нервной системы.





# УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ РЕФЛЕКСА

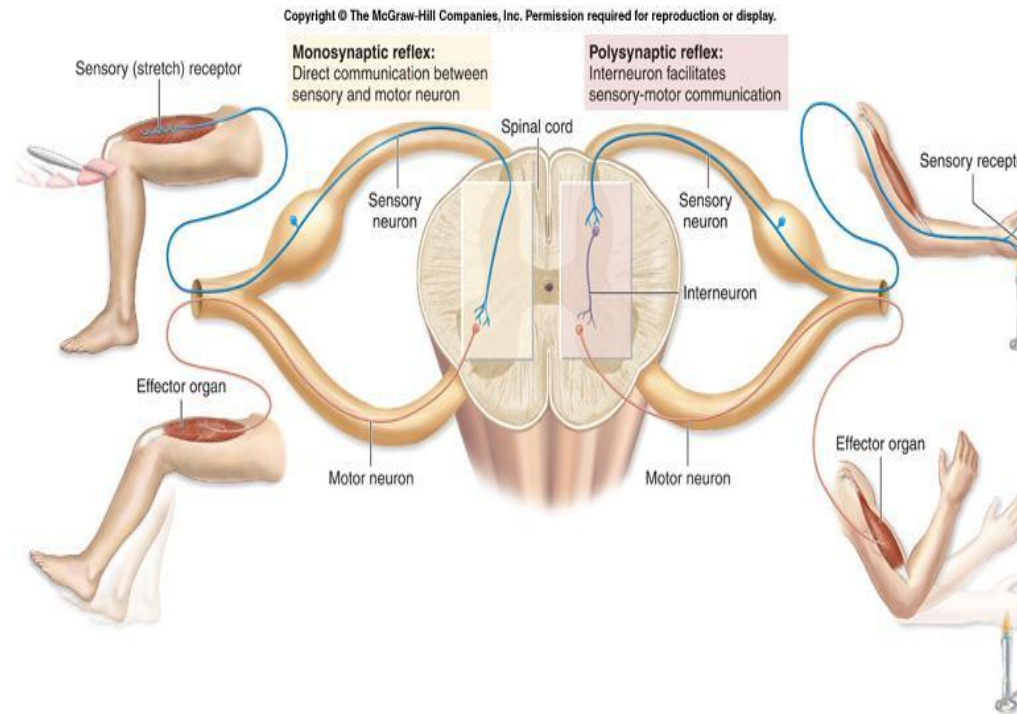
1. Действие раздражителя
2. Целостность нервной системы и рефлекторной дуги
3. Исходное состояние организма (оптимальное или неоптимальное)





# Структурная основа рефлекса - рефлекторная дуга

- **Афферентное звено** — воспринимает действие раздражителя и передает информацию в ЦНС
- **Центральное звено** — переработка информации
- **Эфферентное звено** — передает возбуждение к исполнительному органу



# Последовательность проведения возбуждения в рефлекторной дуге

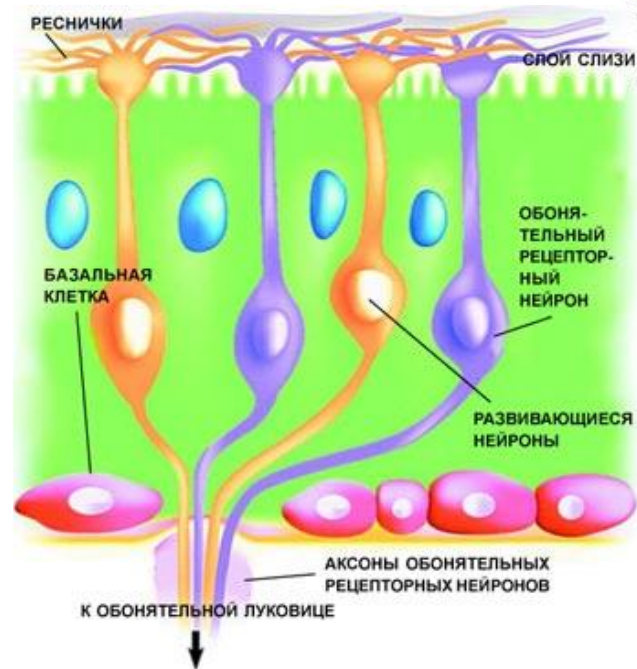
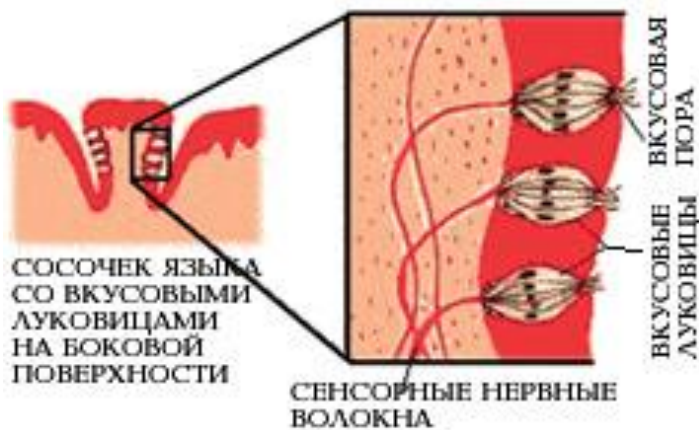
- Рецептор
- Дендрит чувствительного нейрона
- Тело чувствительного нейрона
- Аксон чувствительного нейрона
- Вставочный нейрон
- Эфферентный нейрон
- Эфферентное волокно
- Эффектор (исполнительный орган)

# Принципы классификации рефлексов

1. По происхождению – безусловные и условные.
2. По биологическому значению.
3. По расположению рецепторов.
4. По виду рецепторов.
5. По месту расположения нервного центра.
6. По длительности ответной реакции.
7. По характеру ответной реакции.
8. По принадлежности к системе органов.
9. По характеру внешнего проявления реакции.

# РЕФЛЕКСОГЕННАЯ ЗОНА (РЕЦЕПТИВНОЕ ПОЛЕ РЕФЛЕКСА)

Это совокупность рецепторов  
раздражение которых  
вызывает данный рефлекс.



# ВРЕМЯ РЕФЛЕКСА

Это промежуток времени от начала действия раздражителя до завершения ответной реакции.

## ЗАТРАТЫ НА:

1. Трансформацию энергии раздражителя в ПД
2. Аfferентный путь
3. Центральное время рефлекса (зависит от количества синапсов)
4. Время эfferентного пути
5. Продолжительность ответной реакции эффектора

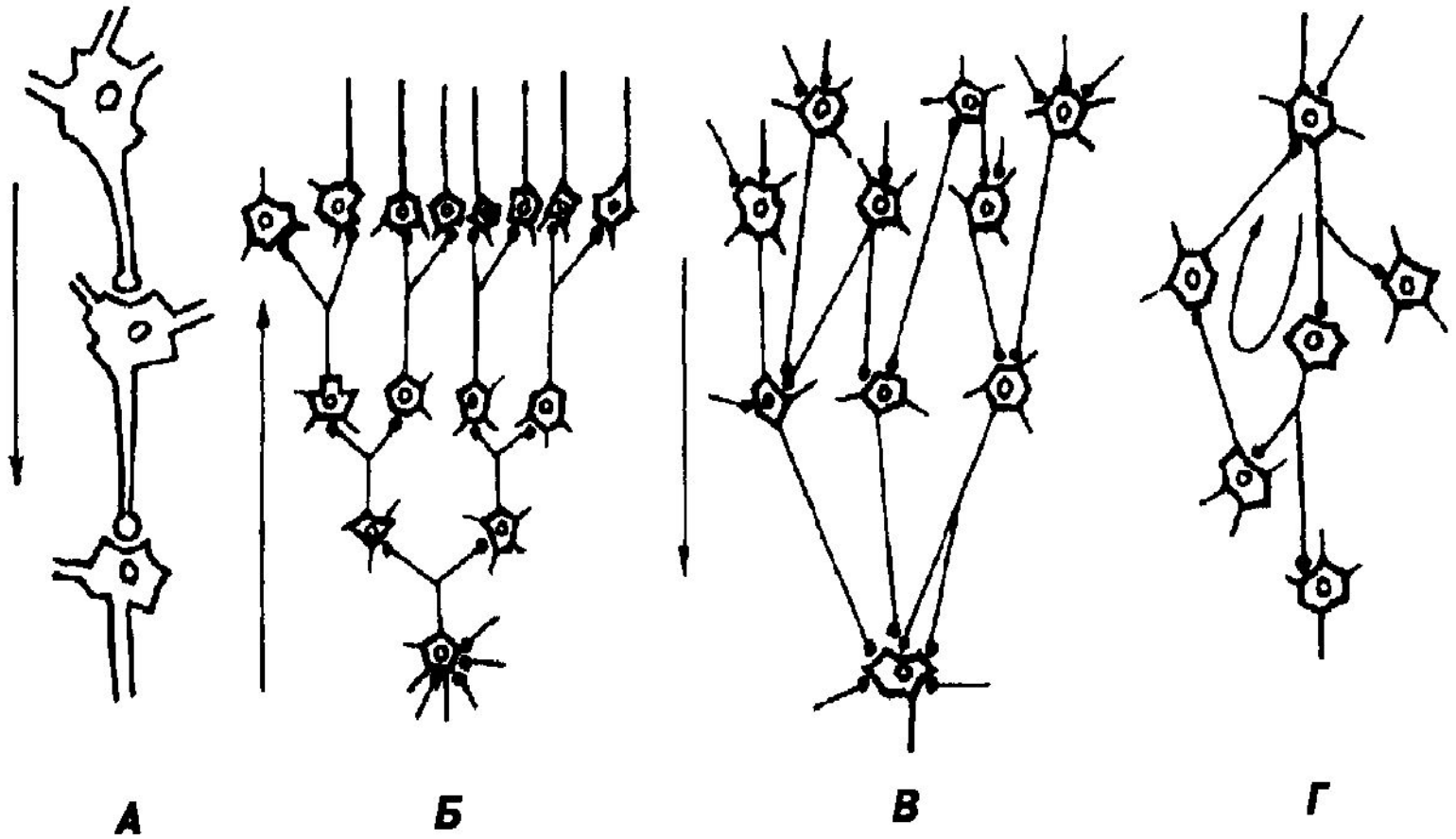
# НЕРВНЫЙ ЦЕНТР

- **Нервный центр - совокупность нейронов, обеспечивающих реализацию определенного рефлекса**
- **Нервный центр - функционально связанная совокупность нейронных ансамблей разных этажей нервной системы, обеспечивающих регуляцию определенных функций организма**

# Свойства нервных центров обусловлены:

- Структурой нейронных сетей
- Особенности передачи возбуждения в центральных синапсах

# Виды связей между нейронами





# **СВОЙСТВА НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ**

- **1. Пространственная и временная суммация**
- **2. Центральная задержка рефлекса**
- **3. Посттетаническое усиление (потенциация)**
- **4. Последействие и пролонгирование**
- **5. Трансформация ритма**
- **6. Фоновая электрическая активность**
- **7. Тонус нервного центра**
- **8. Пластичность**
- **9. Утомляемость**

# Центральное торможение

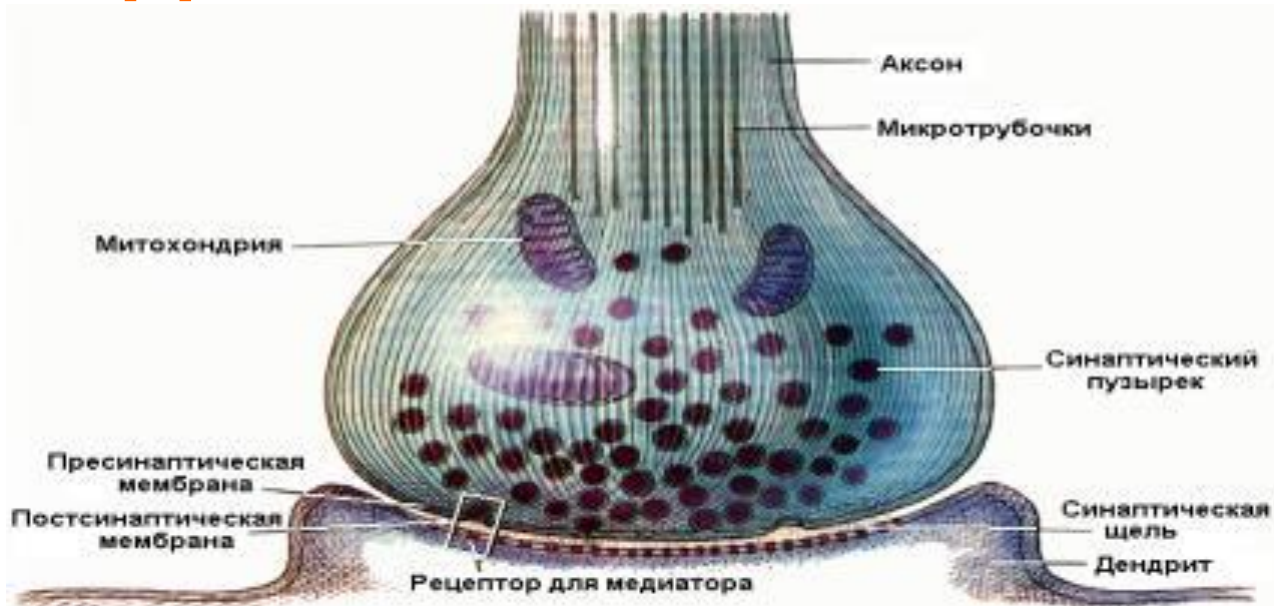
- Самостоятельный биологический процесс, выражающийся в снижении или прекращении деятельности в ответ на действие раздражителя
- Это модификация и продукт возбуждения
- Это процесс, вызванный возбуждением и проявляющийся в подавлении другого возбуждения

# ВИДЫ ТОРМОЖЕНИЯ

---

- **П Е Р В И Ч Н О Е:**
  - А) ПОСТСИНАПТИЧЕСКОЕ
  - Б) ПРЕСИНАПТИЧЕСКОЕ
- **В Т О Р И Ч Н О Е:**
  - А) ПЕССИМАЛЬНОЕ по Н.Введенскому
  - Б) СЛЕДОВОЕ (при следовой гиперполяризации)

# СТРУКТУРА И МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ СИНАПСА



Синаптический пузырек освобождает медиатор



Медиатор взаимодействует с рецептором. Канал открывается



Перемещение ионов Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup>

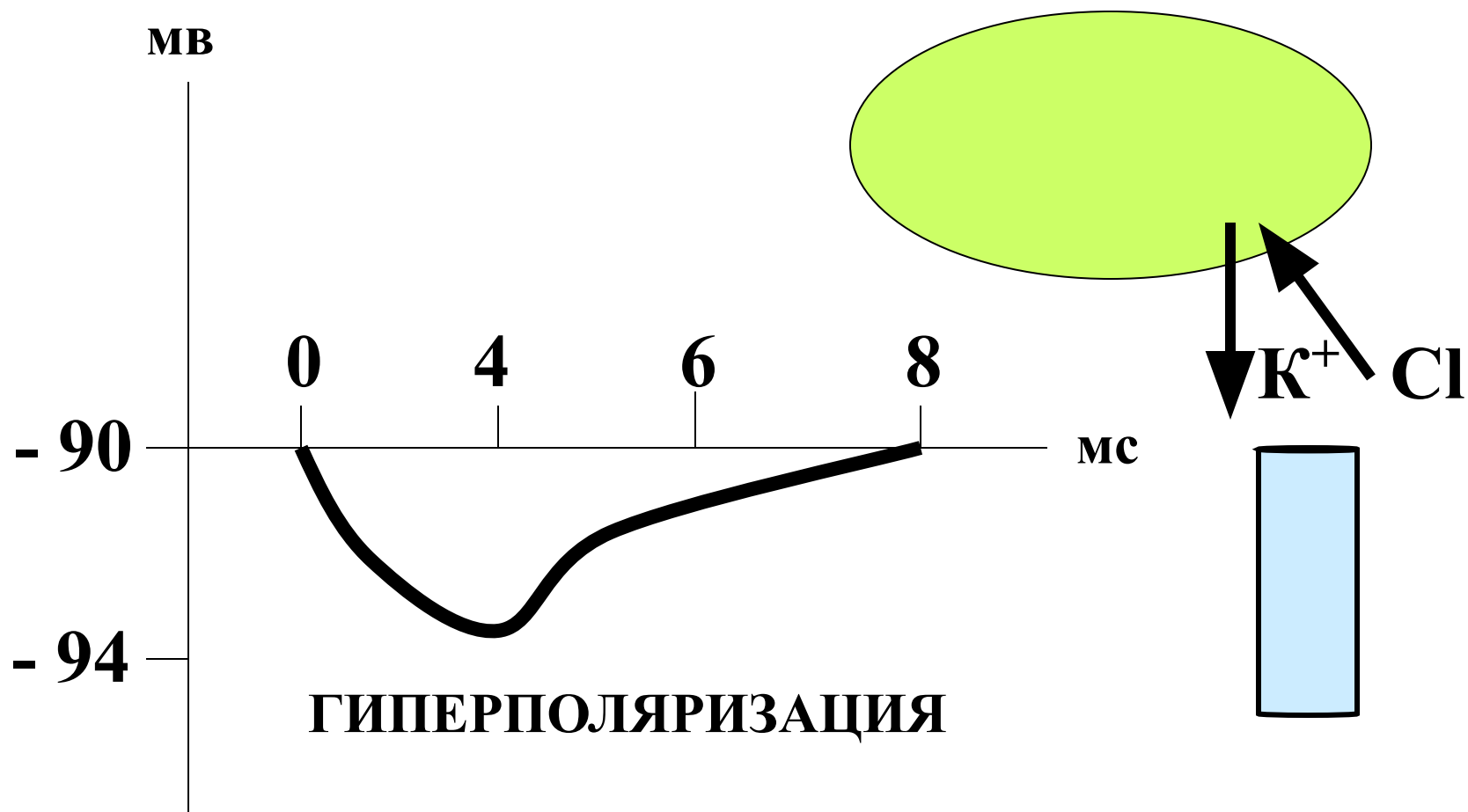


Обратное пог. во время мед. медиатора пресинаптически свитачивается

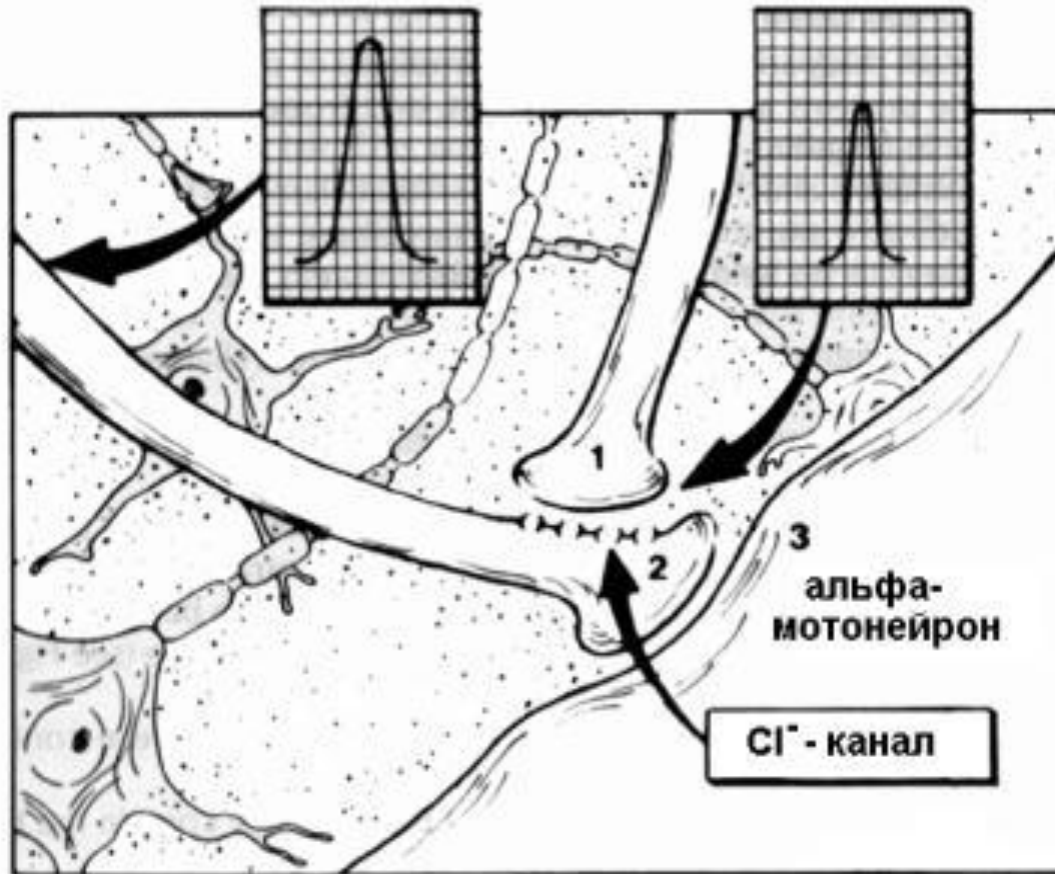


Блокада рецептора анагонистом

# Тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП)



# ПРЕСИНАПТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ



1 - аксон тормозного  
нейрона

2 - аксон возбуждающего  
нейрона

3 - постсинаптическая  
мембрана альфа-  
мотонейрона

*Структурная основа  
пресинаптического  
торможения- аксо-  
аксональный синапс*

# Координация рефлексов

Взаимодействие нейронов и нервных процессов в ЦНС, обеспечивающее её согласованную деятельность, называется *координацией*

# **ПРИНЦИПЫ КООРДИНАЦИИ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

- **1. РЕЦИПРОКНОСТИ**
- **2. ДОМИНАНТЫ**
- **3. ОБЩЕГО КОНЕЧНОГО ПУТИ**  
**(по Шеррингтону)**
- **4. СУБОРДИНАЦИИ НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ**
- **5. ОБРАТНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ**



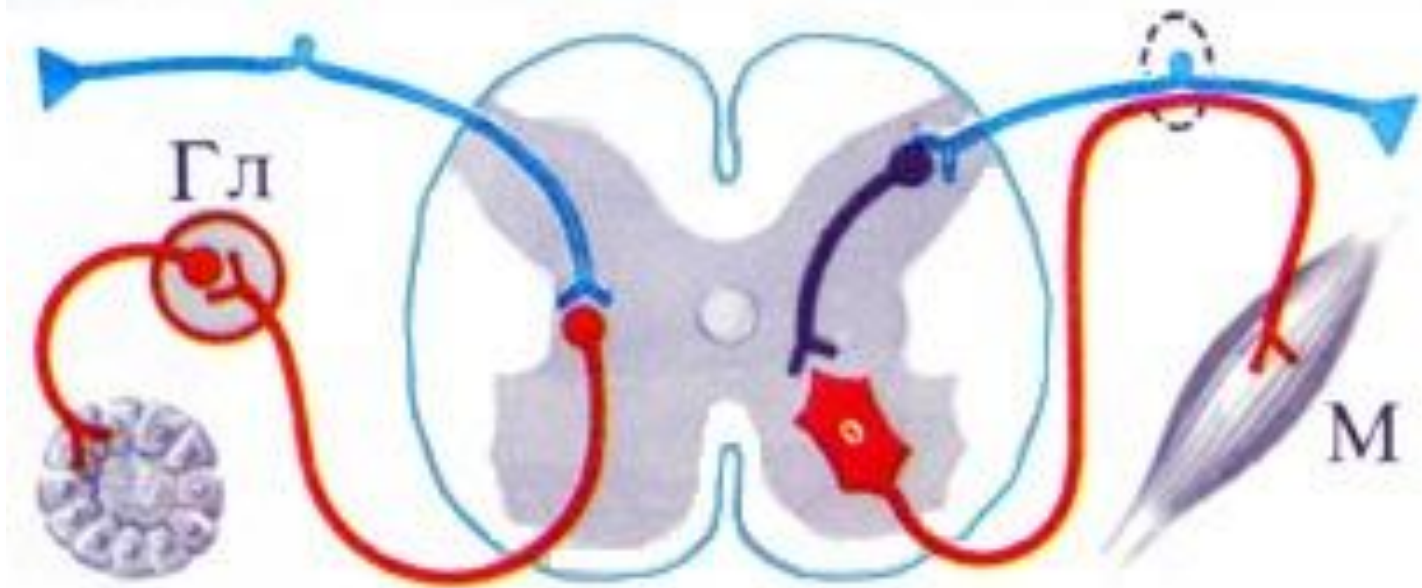
# **Основные признаки доминанты**

**( по А.А.Ухтомскому)**

- **1. Повышенная возбудимость доминантного центра**
- **2. Стойкость возбуждения в доминантном центре**
- **3. Способность суммировать возбуждения, тем самым подкрепляя свое возбуждение посторонними импульсами**
- **4. Способность тормозить другие текущие рефлексы на общем конечном пути**
- **5. Инертность доминантного центра**

# По эфферентному отделу нервной системы

- соматические, иннервирующие работу ОДА
- вегетативные, регулирующие работу внутренних органов



# Соматические функции

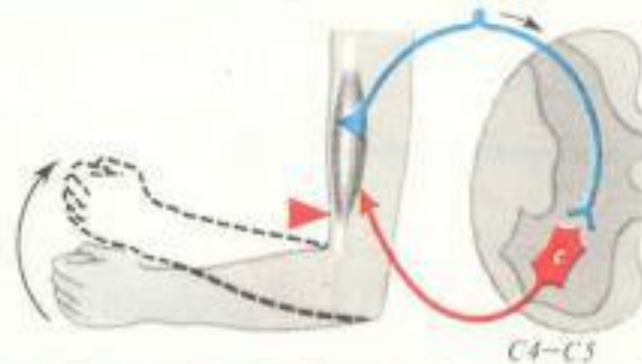
- Фазные движения – обеспечивают перемещение в пространстве
- Тонические функции- поддержание *мышечного тонуса- длительное напряжение мышц, сохраняющее положение тела в пространстве, поддержание позы и равновесия*

# Уровни управления ДВИЖЕНИЯМИ

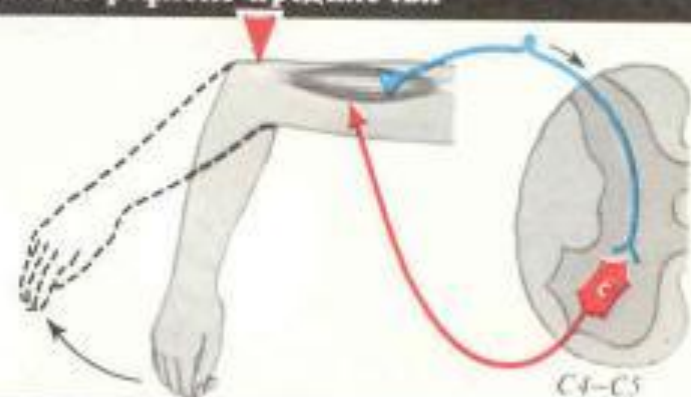
- Рефлекторный – тонические и фазные рефлексы (спинной мозг и ствол мозга)
- Уровень синергий – регуляция согласованных скоординированных движений различными группами мышц по заданным программам (мозжечок и базальные ядра)
- Уровень сложных целенаправленных действий при взаимодействии с окружающей средой (кора больших полушарий)

# Рефлексы спинного мозга

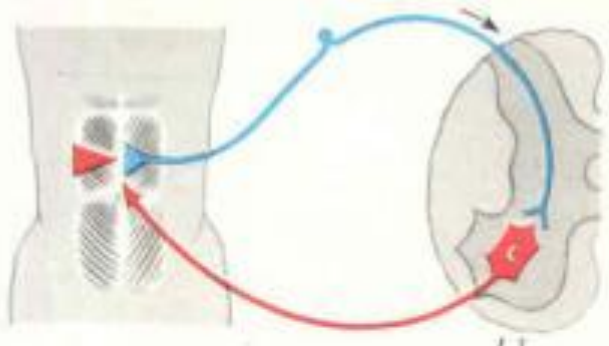
Сгибательный рефлекс предплечья



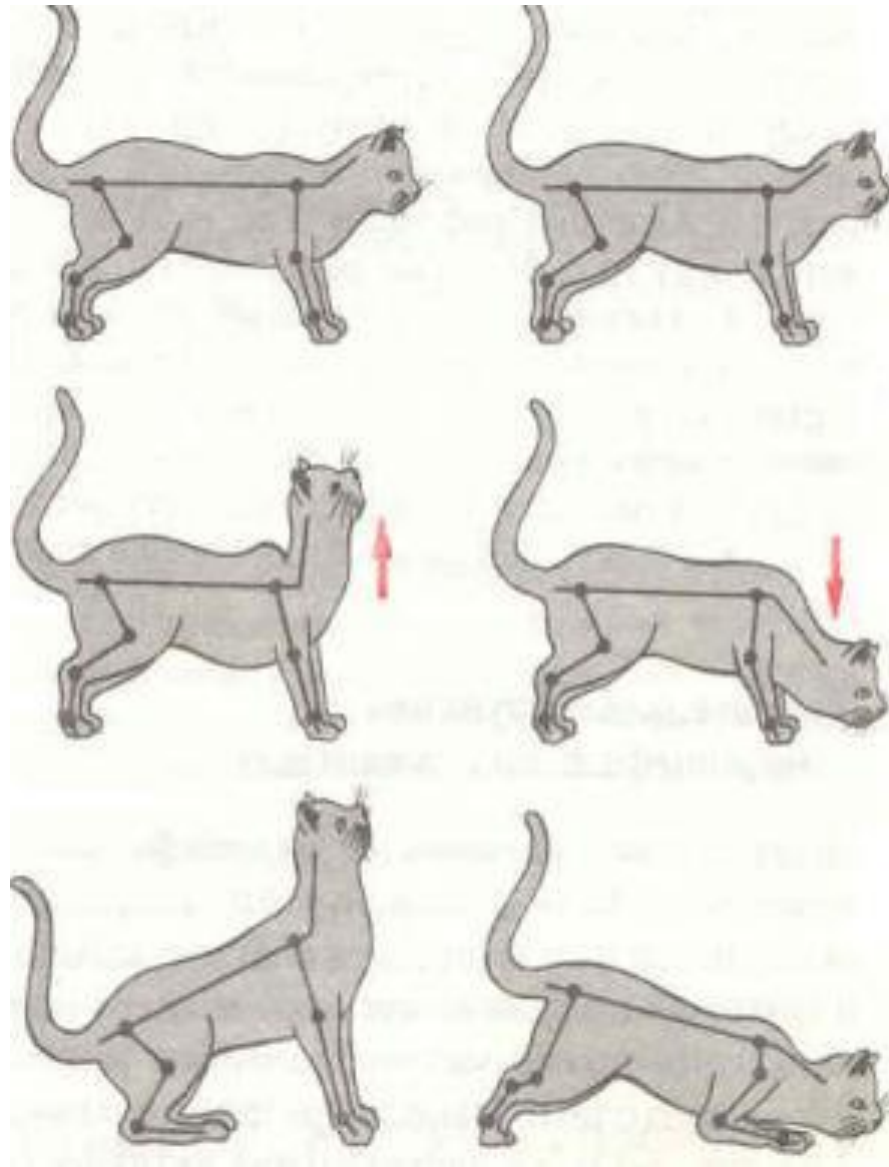
Разгибательный рефлекс предплечья



Брюшной рефлекс



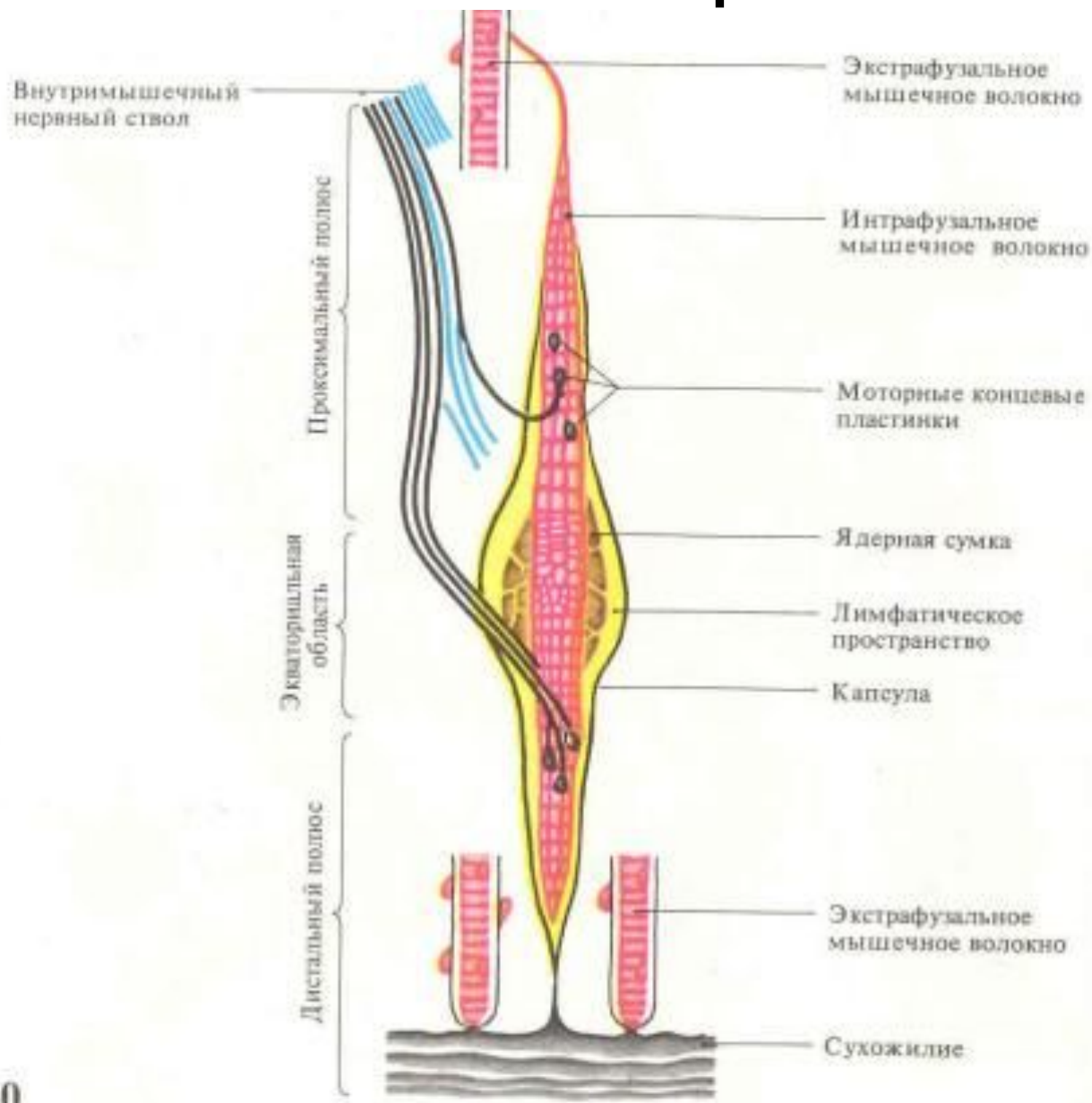
# Позные и тонические рефлексы



# Афферентное звено управления движениями

- Ведущая афферентация-проприоцептивная:
  1. Мышечные рецепторы – интрафузальные мышечные волокна, рецепторы растяжения – реагируют на изменение длины мышц
  2. Сухожильные рецепторы Гольджи – реагируют на изменение напряжения мышц
- Рецепторы вестибулярного анализатора (R лабиринтов)

# Мышечное веретено

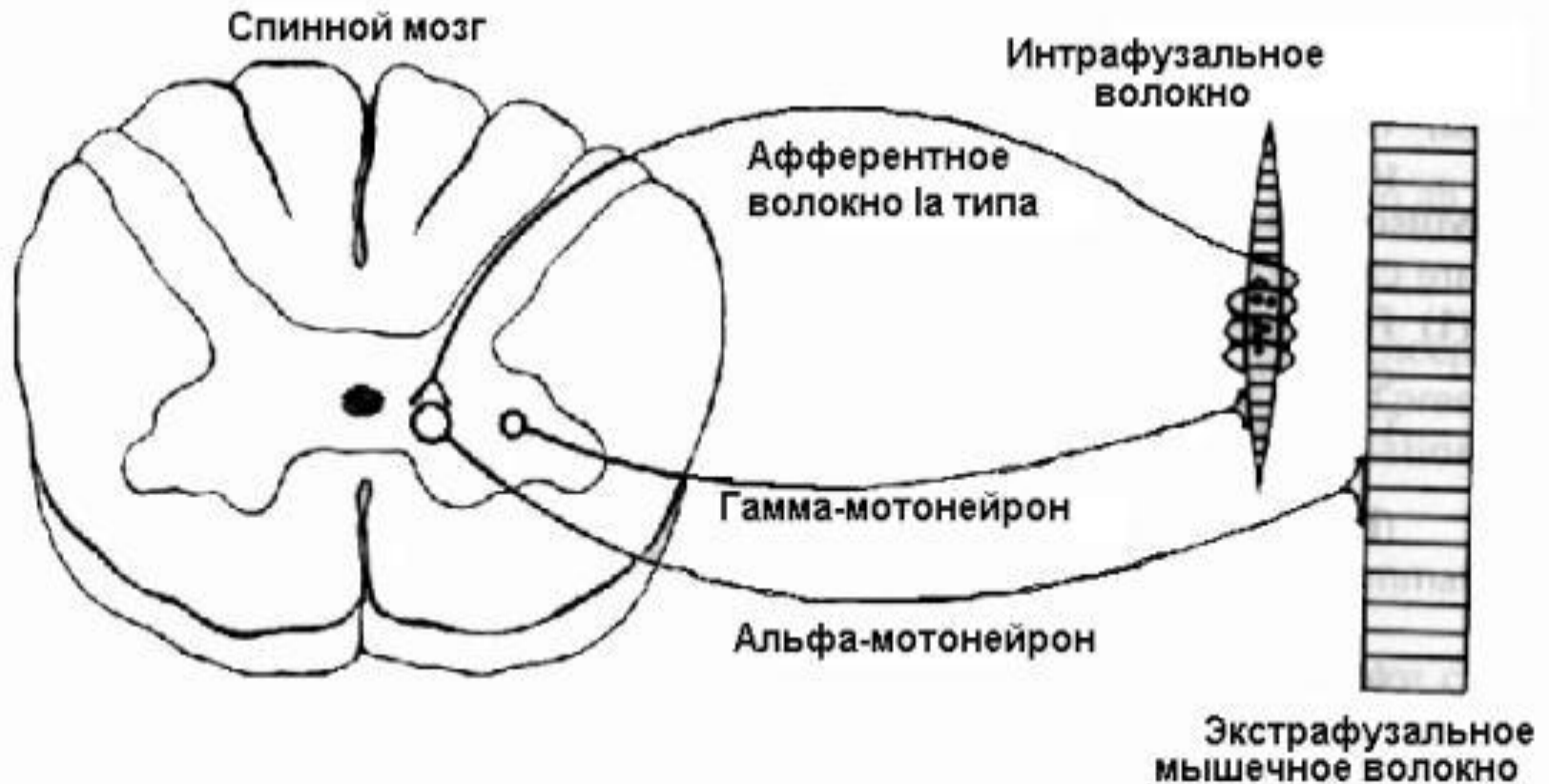




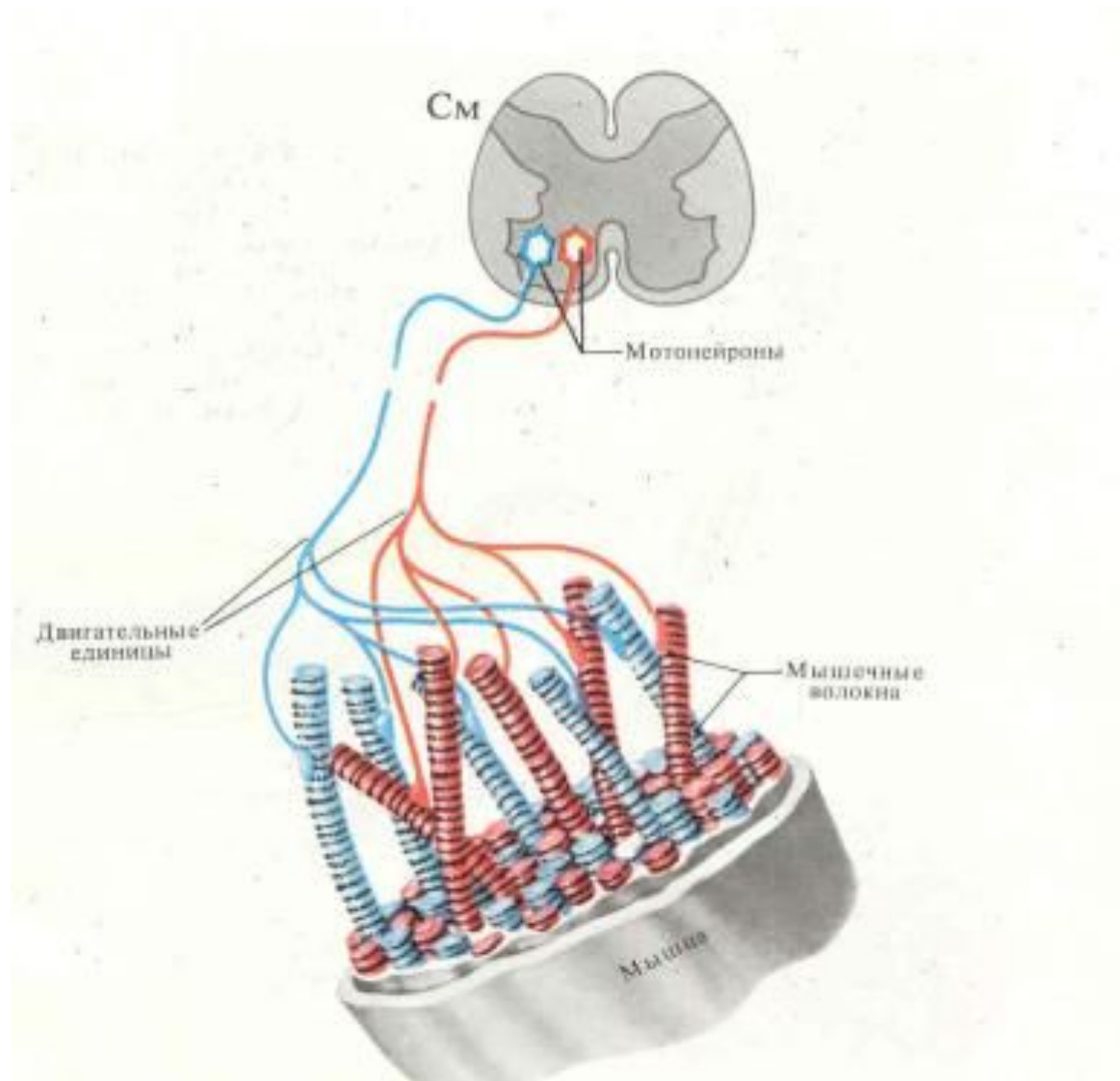
# Эфферентное звено управления движениями

- **Пирамидная система** – *кортикоспинальный и кортикоядерный* пути- произвольная регуляция точных целенаправленных, пространственно ориентированных движений и подавление мышечного тонуса
- **Экстрапирамидная система** – включает корковый и подкорковый отделы – регуляция тонуса мышц, непроизвольных компонентов движений, автоматические движения
- Конечная инстанция – альфа- и гамма-мотонейроны спинного мозга

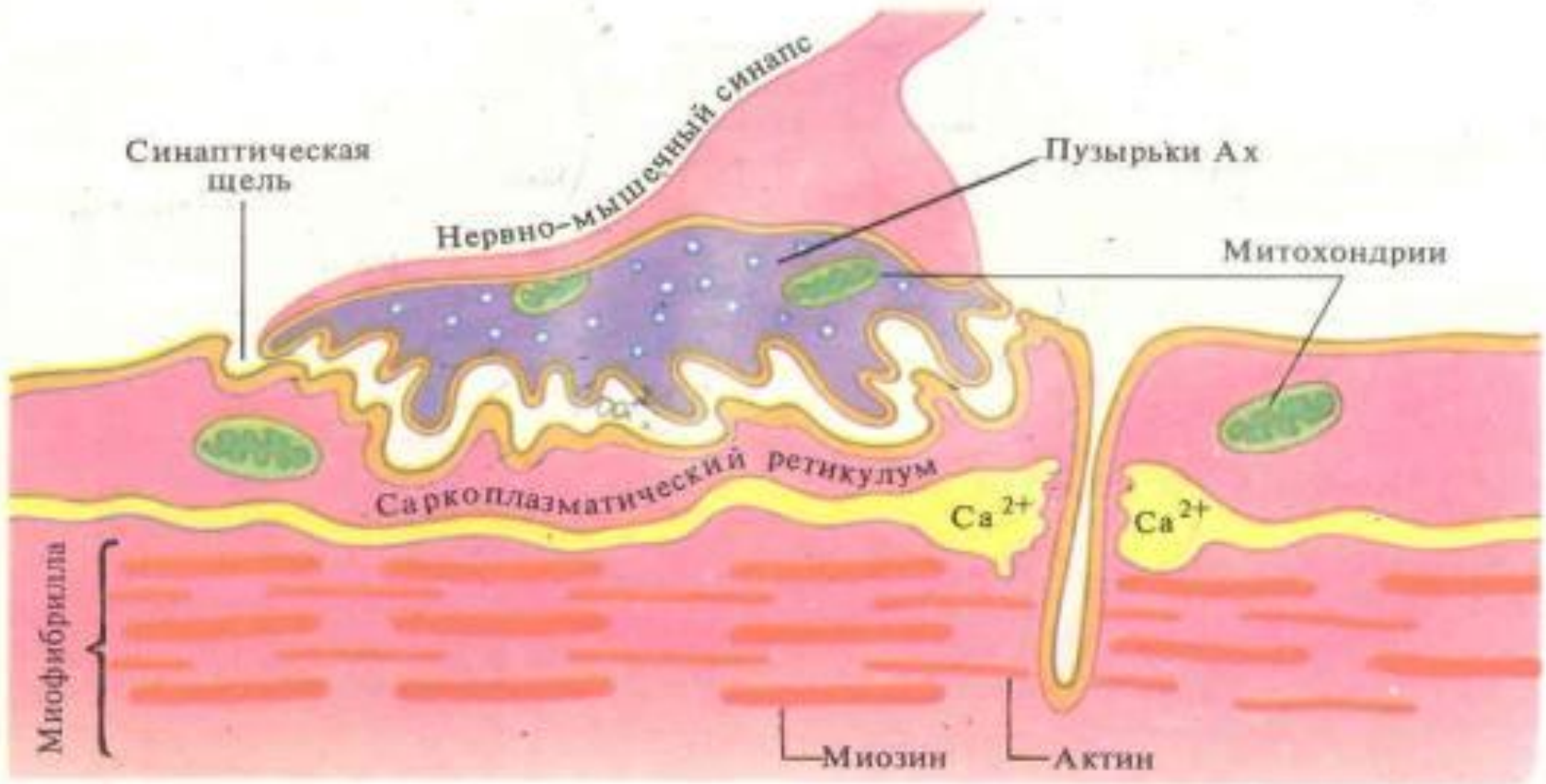
# ТОНИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ СПИННОГО МОЗГА. ГАММА-МОТОРНАЯ ПЕТЛЯ



# Строение моторной единицы



# Строение нервно-мышечного синапса



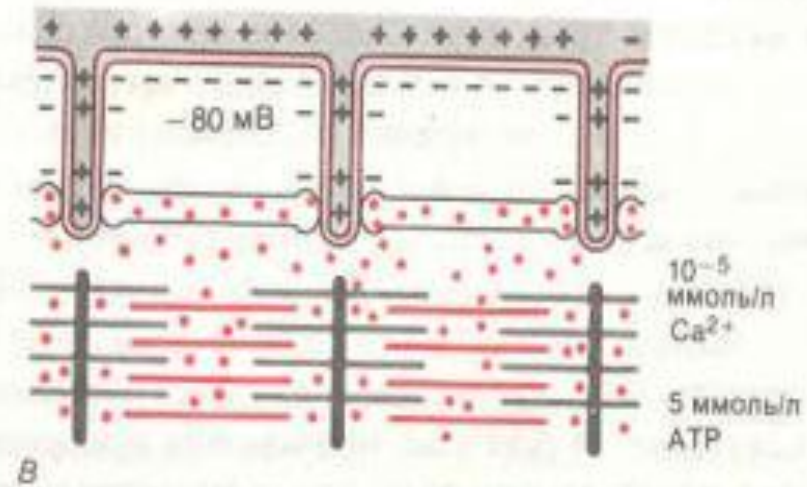
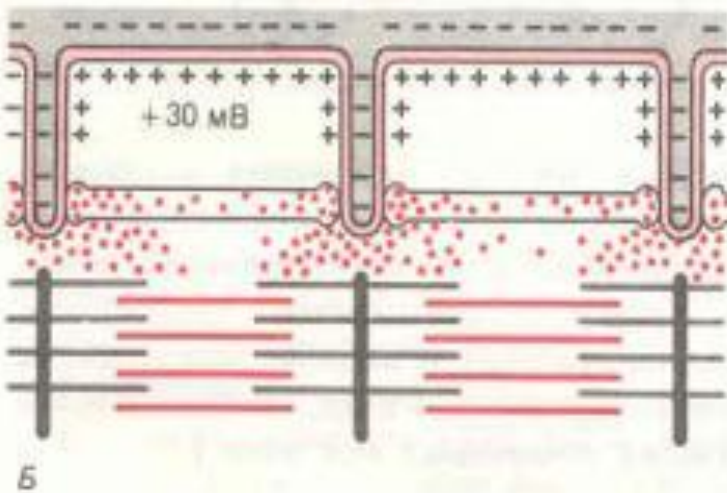
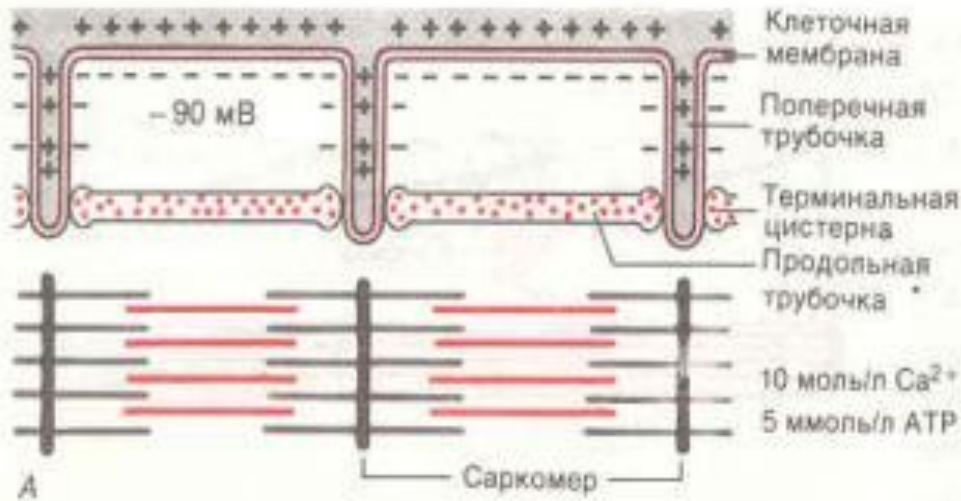
# Последовательность процессов передачи возбуждения в нервно- мышечном синапсе

- Возбуждение пресинапса, открытие  $Ca$  – каналов, вход кальция в пресинапс
- Выброс медиатора (ацетилхолина) из пресинапса в синаптическую щель
- Взаимодействие медиатора с рецептором (Н-холинорецептор) постсинаптической мембраны
- Деполяризация постсинаптической мембраны (вход  $Na$ ), формирование постсинаптического потенциала (ПКП) – достижение КУД - ПД

# Электромеханическое сопряжение (ЭМС)

- Сокращение – результат возбуждения мембраны мышечного волокна
- Передача сигнала о сокращении от возбужденной мембраны к миофибриллам в глубине волокна – **электромеханическое сопряжение** – состоит из нескольких последовательных процессов, ключевую роль в этом играют **ионы кальция**

# Схема электрохимического сопряжения



# Последовательность процессов при ЭМС

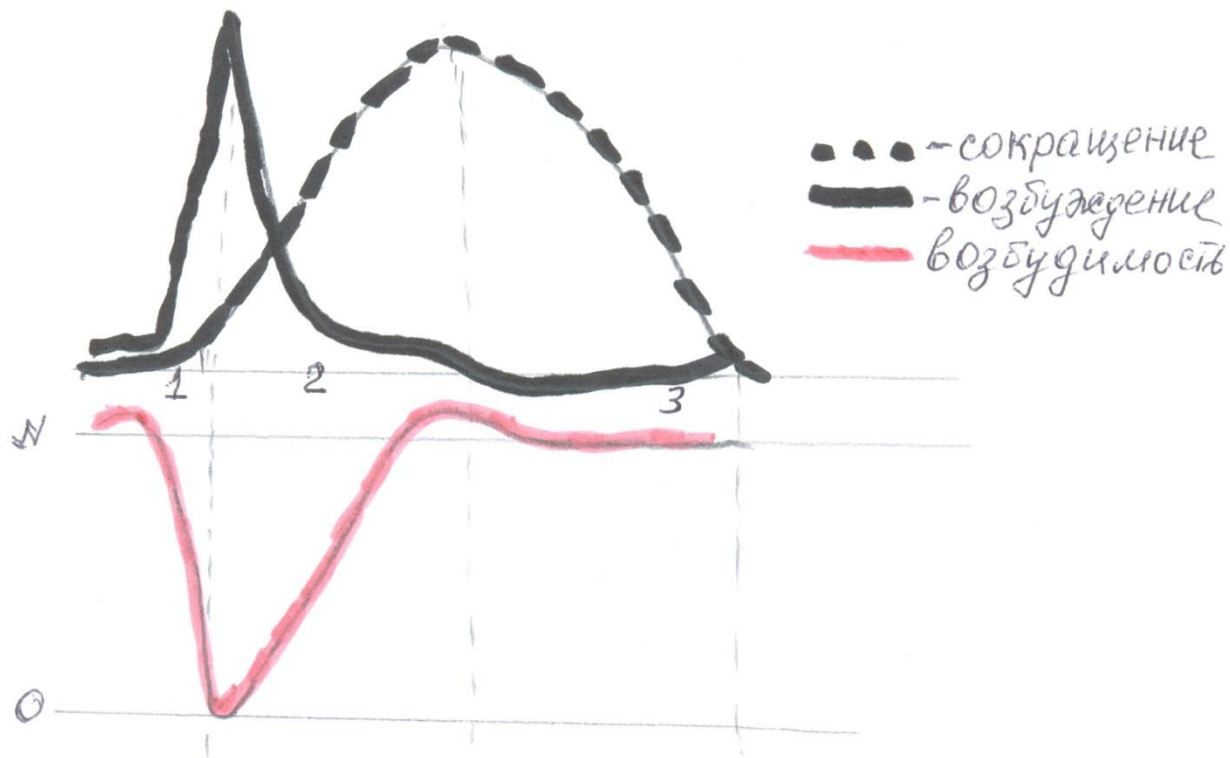
1. *Раздражение.*
2. *Возникновение ПД.*
3. *Проведение его вдоль клеточной мембраны и вглубь волокна по трубочкам Т-систем.*
4. *Деполаризация мембраны саркоплазматического ретикулума.*
5. *Освобождение  $Ca^{++}$  из триад и диффузия его к миофибриллам.*
6. *Взаимодействие  $Ca^{++}$  с тропонином и выделение энергии АТФ.*
7. *Скольжение актиновых и миозиновых нитей.*
8. *Сокращение мышцы.*
9. *Понижение концентрации  $Ca^{++}$  в межфибрилярном пространстве из-за работы Са-насоса.*
10. *Расслабление мышцы.*



# Фазы одиночного мышечного сокращения

Механические		электрические	возбудимость
Латентный период (0,01с)		Деполаризация и пик ПД	Абсолютная рефрактерность
Укорочение (0,04с.)	начальное	реполяризация	Относительная рефрактерность
	максимальное	Следовая деполаризация	Супернормальная (экзальтация)
Расслабление (0,05с)		Потенциал покоя	Исходная (нормальная)

# Соотношение возбуждения, сокращения и возбудимости



# Одиночное и тетаническое сокращения

