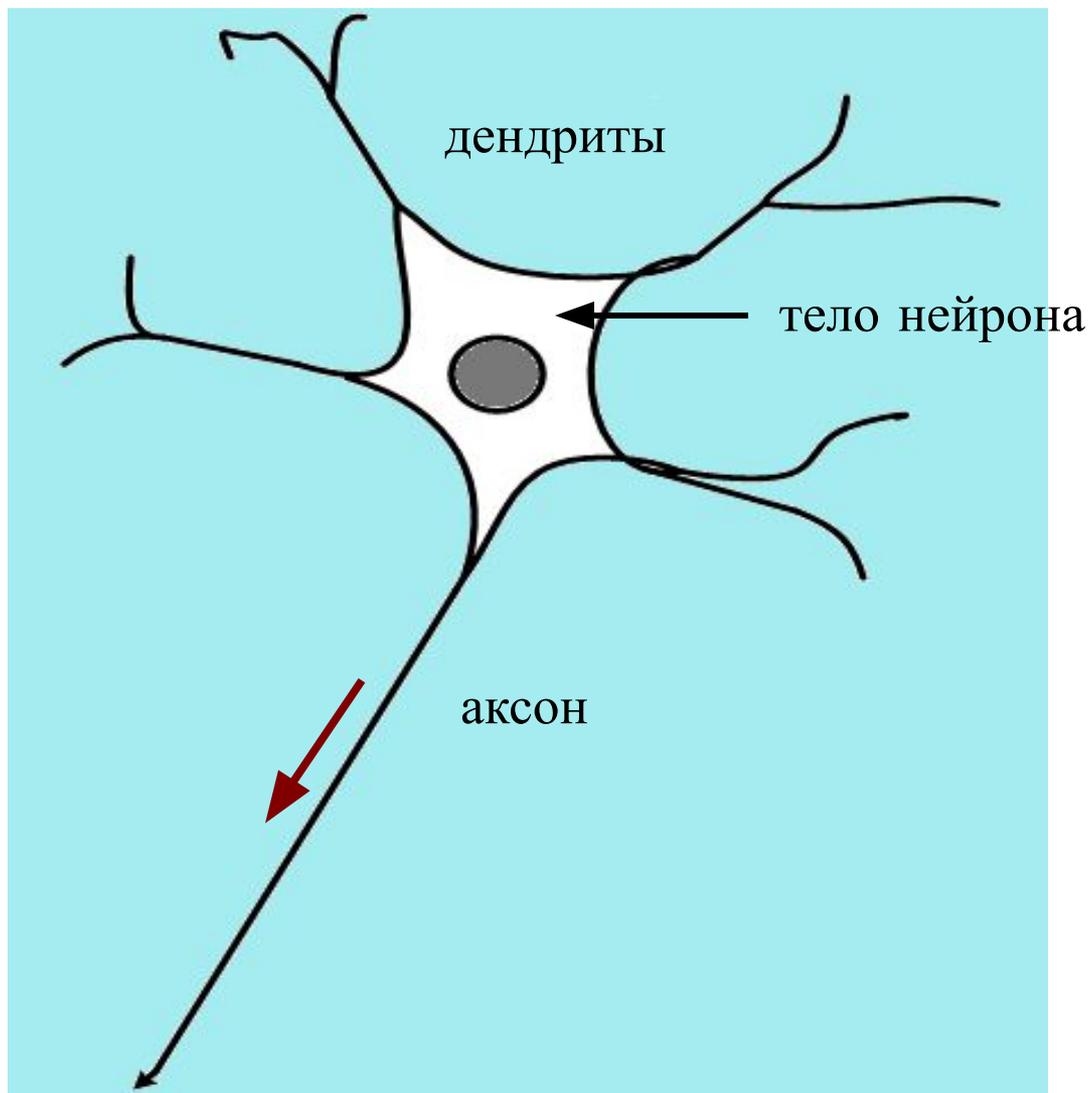


Лекция 3

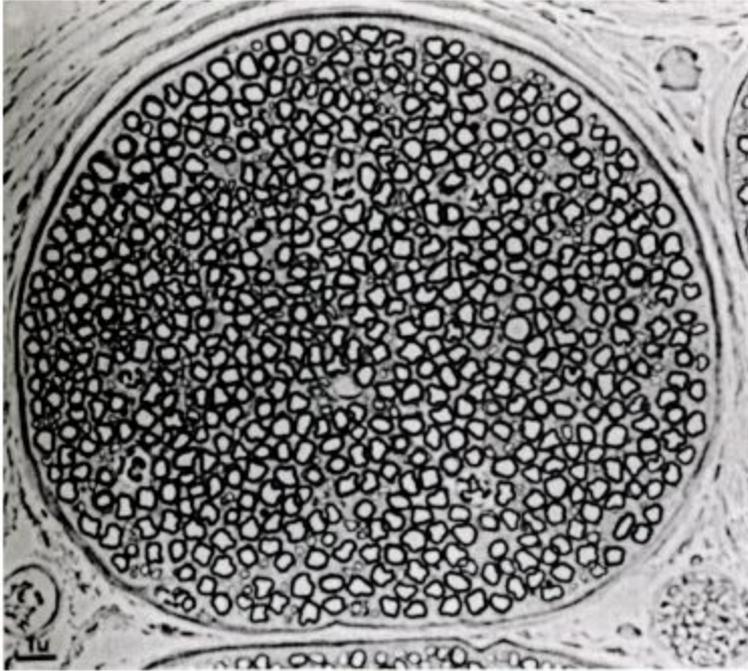
НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА

Нервное волокно – это
отросток нервной клетки

НЕРВНАЯ КЛЕТКА



НЕРВ, НЕРВНЫЙ СТВОЛ –



Поперечное сечение
небольшого нервного
ствола

- это пучок нервных волокон:■
 - чувствительных,
 - двигательных,
 - вегетативных
- (миелинизированных и немиелинизированных)

СВОЙСТВА НЕРВНЫХ ВОЛОКОН:

- возбудимость
- проводимость

ОСНОВНАЯ ФУНКЦИЯ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН:

- Проведение нервных импульсов (ПД)

ЗАКОНЫ ПРОВЕДЕНИЯ

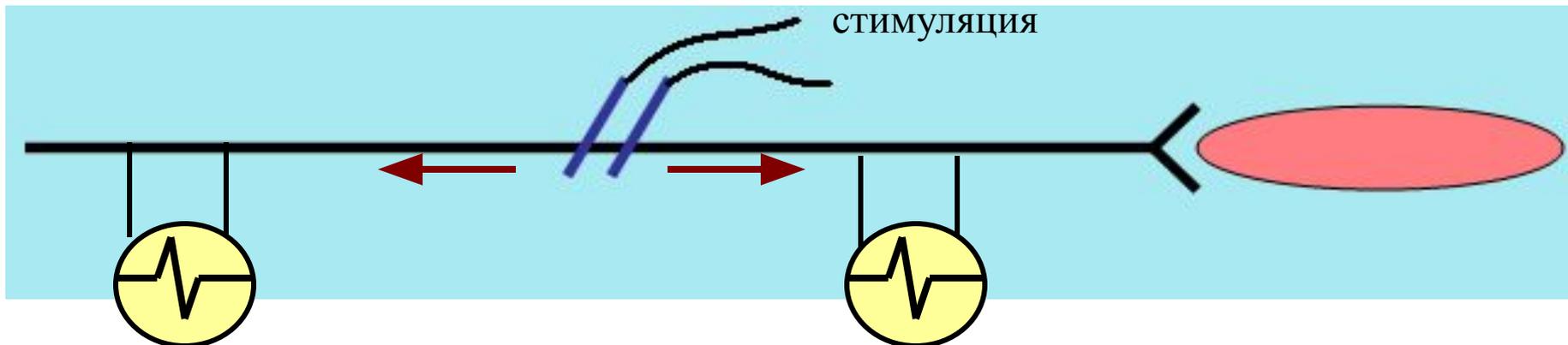
1. ЗАКОН АНАТОМИЧЕСКОЙ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ НЕПРЕРЫВНОСТИ ВОЛОКОН:



перерезка, перевязка нервных волокон, действие холода или химических блокаторов прекращает передачу импульсов.

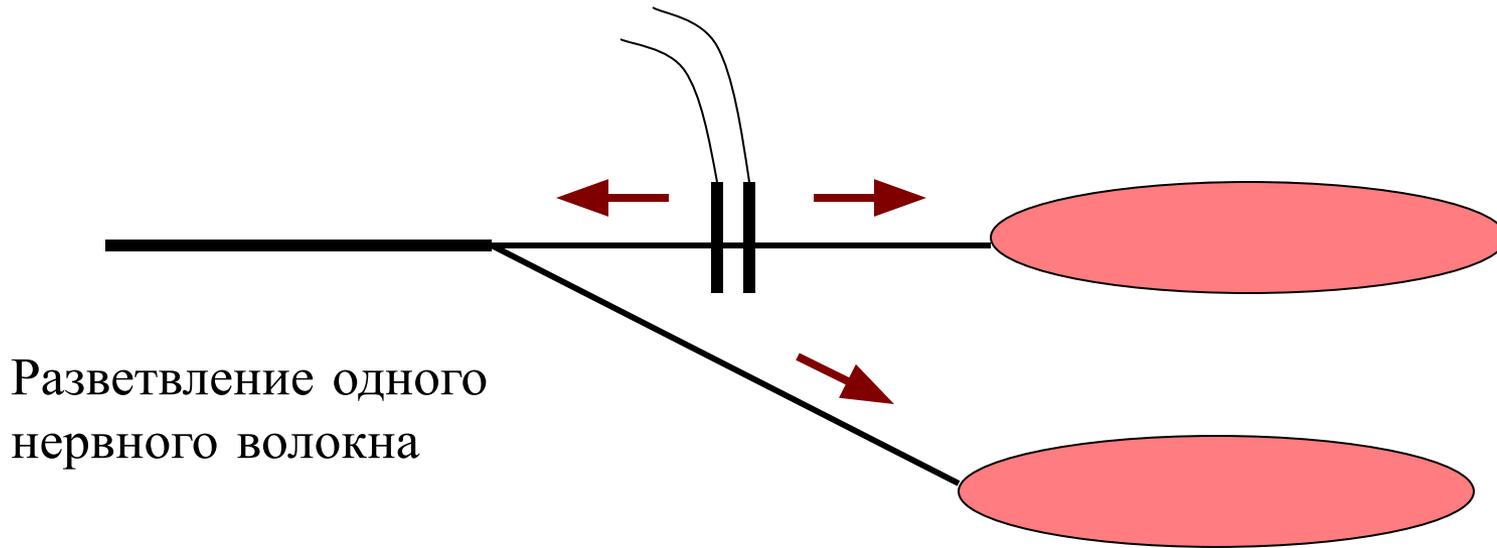
ЗАКОНЫ ПРОВЕДЕНИЯ

2. ЗАКОН ДВУХСТОРОННЕГО ПРОВЕДЕНИЯ :



по нервным волокнам импульсы проводятся в обе стороны

Опыт Кюне (1886)

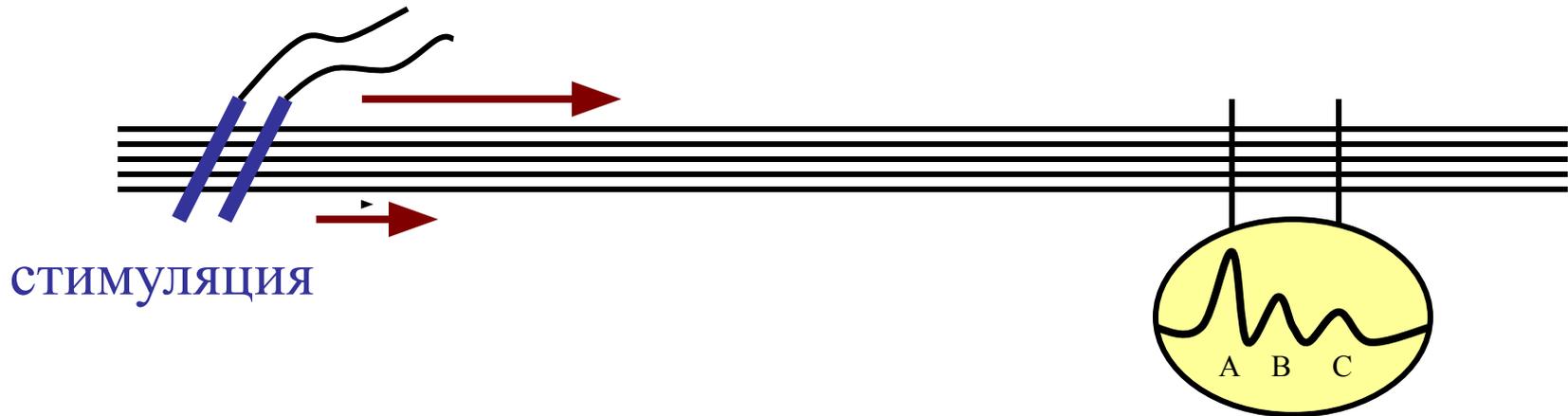


Разветвление одного
нервного волокна

Сокращаются оба пучка мышечных волокон
(**m. gracilis** лягушки)

ЗАКОНЫ ПРОВЕДЕНИЯ

3. ЗАКОН ИЗОЛИРОВАННОГО ПРОВЕДЕНИЯ:



в пучке нервных волокон импульсы не
передаются от одного волокна к другому.

ЗАКОНЫ ПРОВЕДЕНИЯ

4. НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА ОТЛИЧАЮТСЯ ВЫСОКОЙ ЛАБИЛЬНОСТЬЮ.

(Лабильность – это способность клетки генерировать максимальное число ПД за **1** секунду)



НЕРВ
500 имп/сек

СИНАПС
100 имп/сек

МЫШЦА
250 имп/сек

ЗАКОНЫ ПРОВЕДЕНИЯ

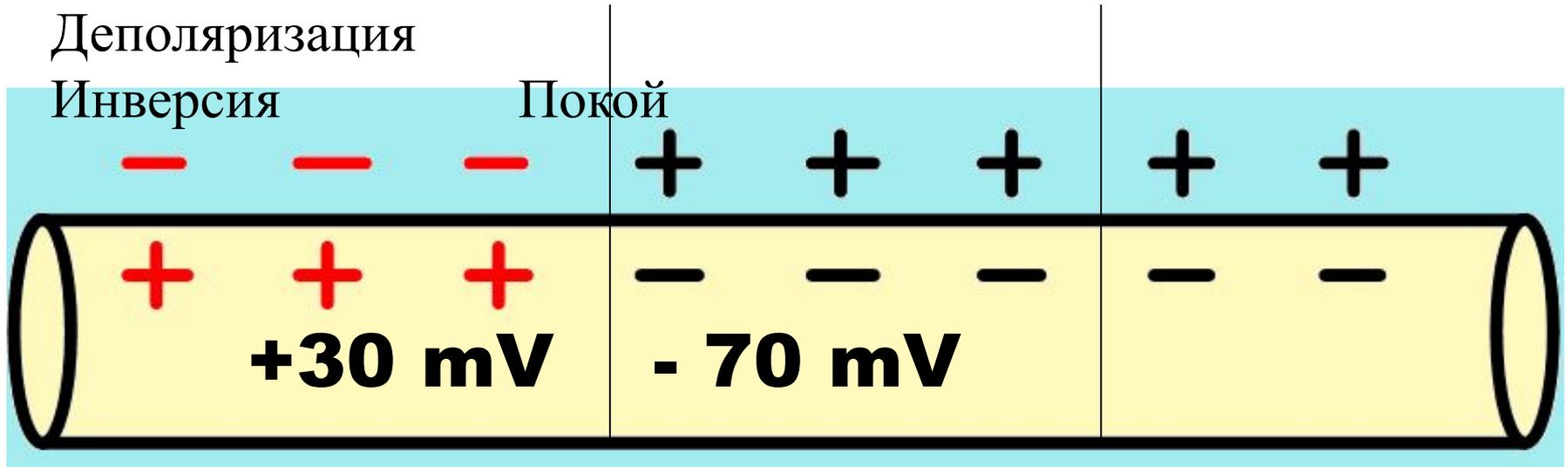
5. НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА ПРАКТИЧЕСКИ НЕ УТОМЛЯЮТСЯ



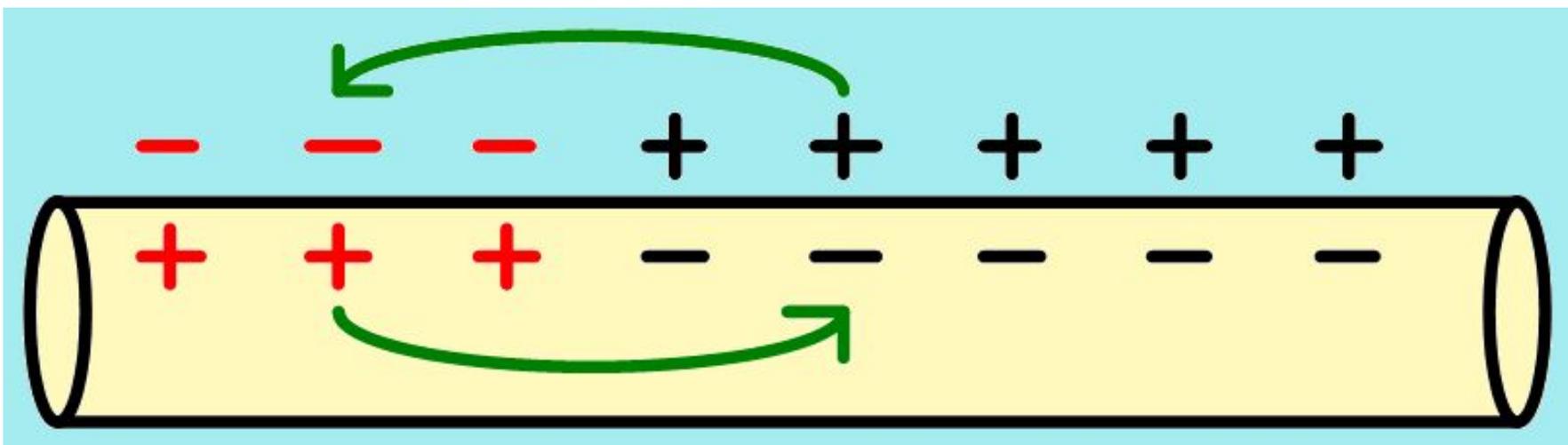
ОПЫТ ВВЕДЕНСКОГО:

Непрерывная стимуляция нерва продолжалась **8-12** часов. Каждый раз, когда блокаду проведения снимали, импульсы проходили к мышце и мышца сокращалась.

МЕХАНИЗМ ПРОВЕДЕНИЯ ИМПУЛЬСА ПО НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ



1. Между возбуждённым и невозбужденным участком нервного волокна возникает разность потенциалов (**100 mV**)



2. Происходит движение заряженных частиц в электромагнитном поле, возникают локальные ионные токи в соответствии с законом Ома:

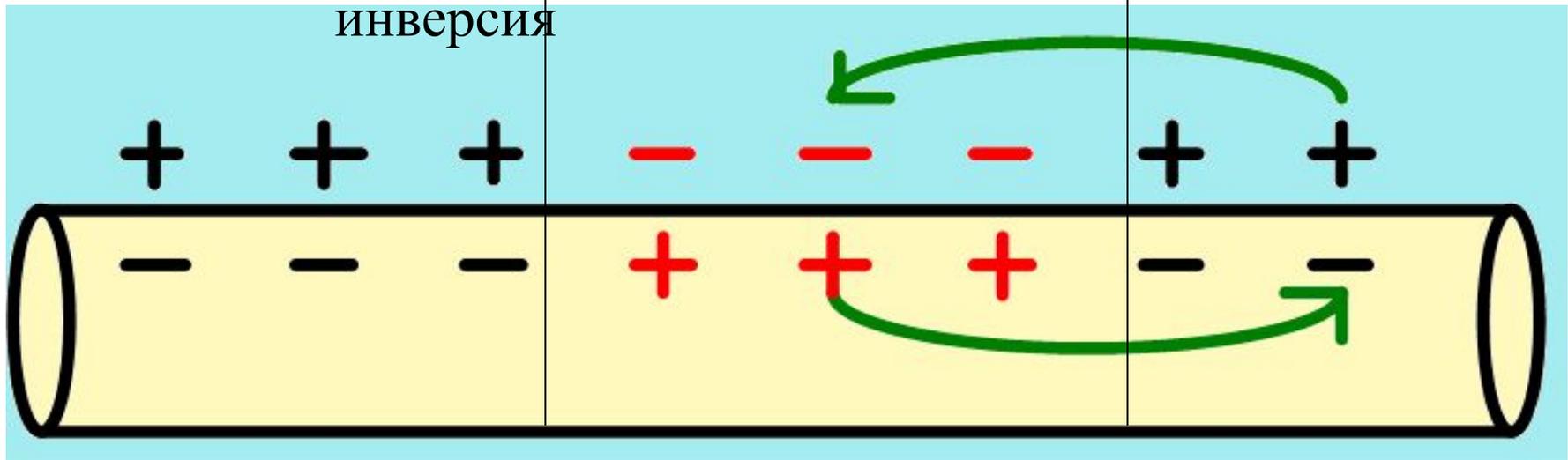
$$I = \frac{U_1 - U_2}{R}$$

Реполяризация

деполяризация

покой

инверсия



3. Движение заряженных частиц приводит к деполяризации и возбуждению соседних участков волокна, ранее находившихся в состоянии покоя, и т.д.

СКОРОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ

Зависит

1. от сопротивления аксоплазмы (R_a):

чем больше диаметр волокна, тем меньше сопротивление аксоплазмы –
тем больше скорость проведения!

2. от сопротивления мембраны (R_m):

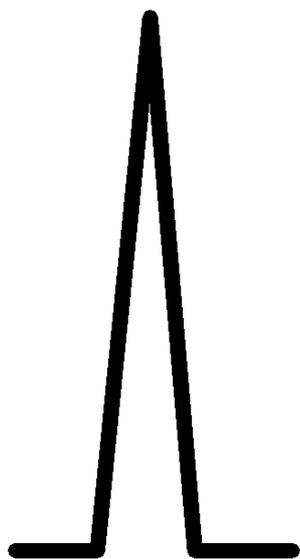
чем больше сопротивление мембраны, тем больше скорость проведения

3. от амплитуды и длительности ПД:

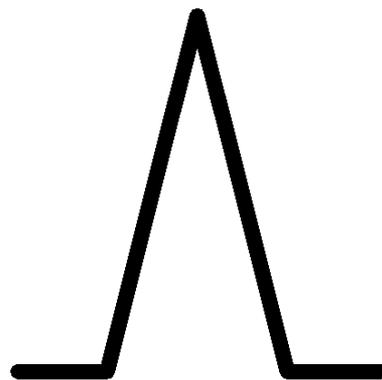
чем больше амплитуда, тем больше скорость;

чем меньше длительность, тем больше скорость.

КАКОЙ ИМПУЛЬС РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ БЫСТРЕЕ?



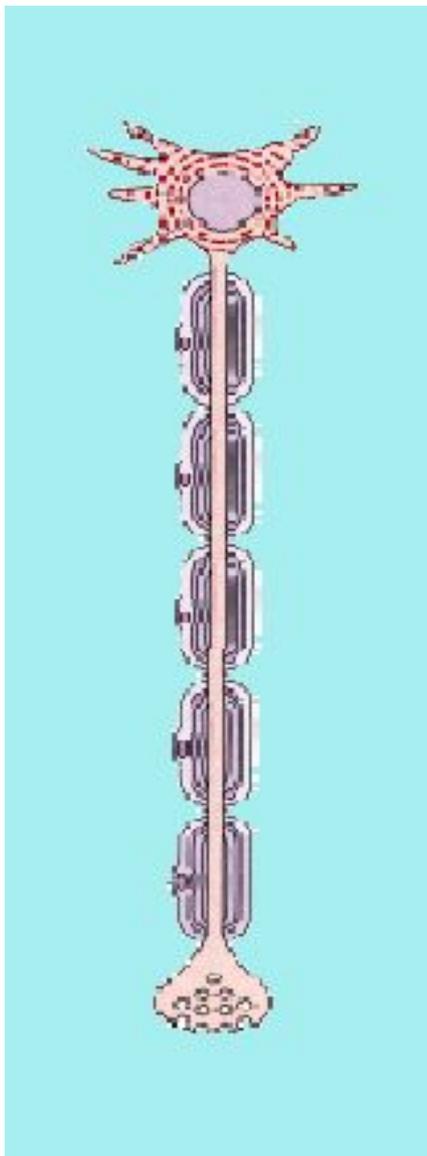
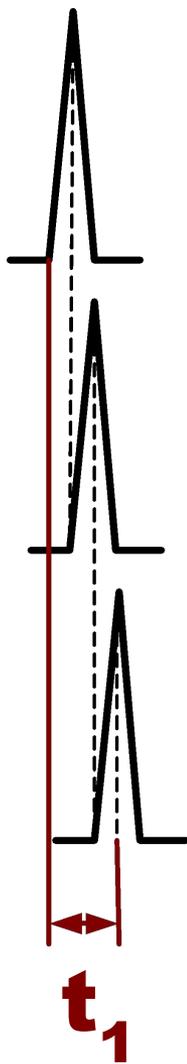
А



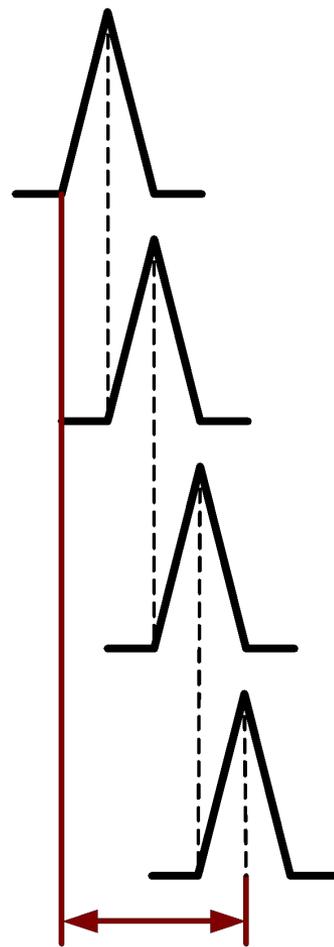
Б

Чем больше амплитуда и меньше длительность ПД (импульса),
тем больше скорость распространения.

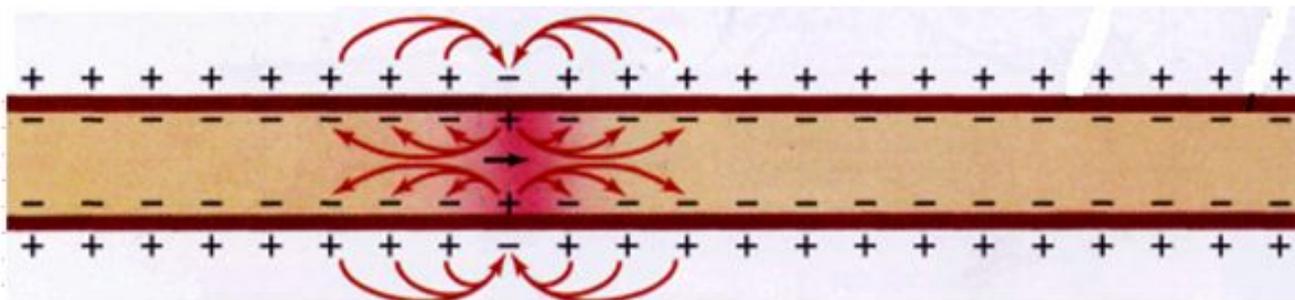
А



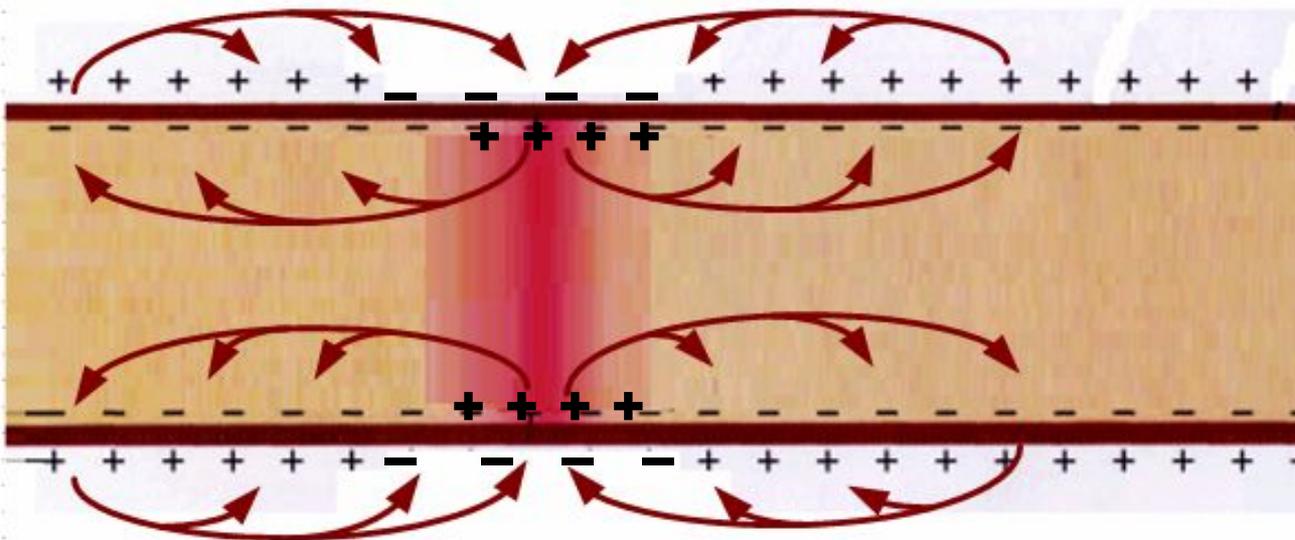
Б



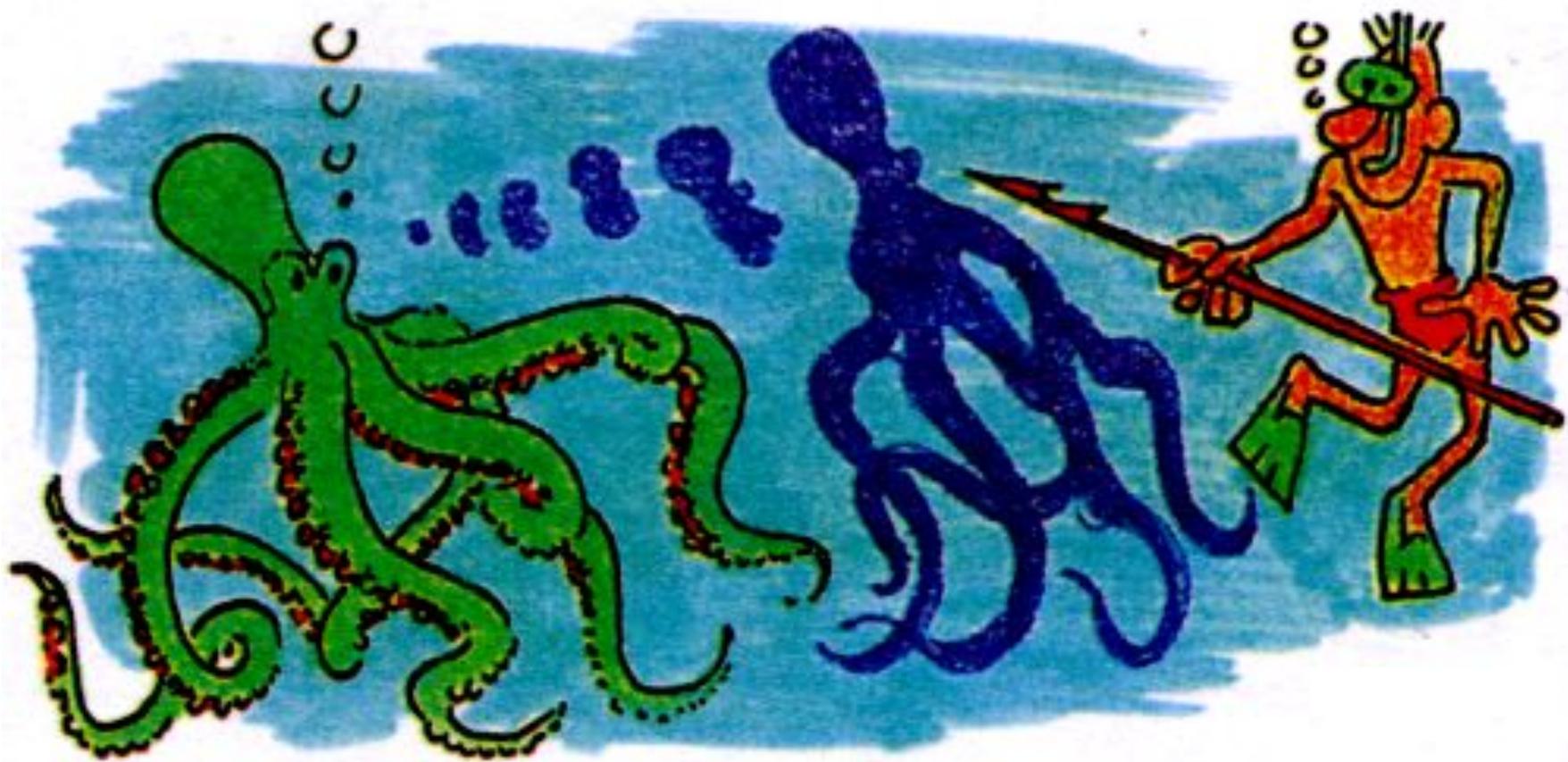
Чем больше диаметр волокна, тем меньше сопротивление аксоплазмы – тем больше скорость проведения импульса.



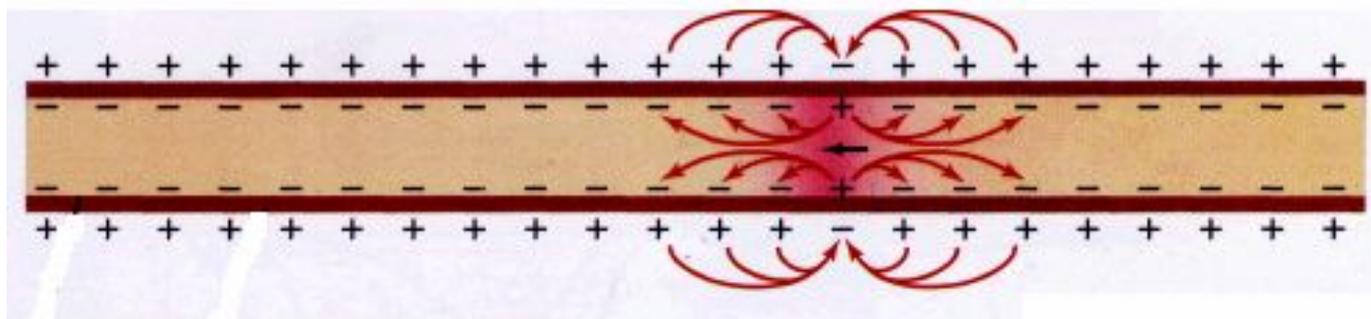
R_a



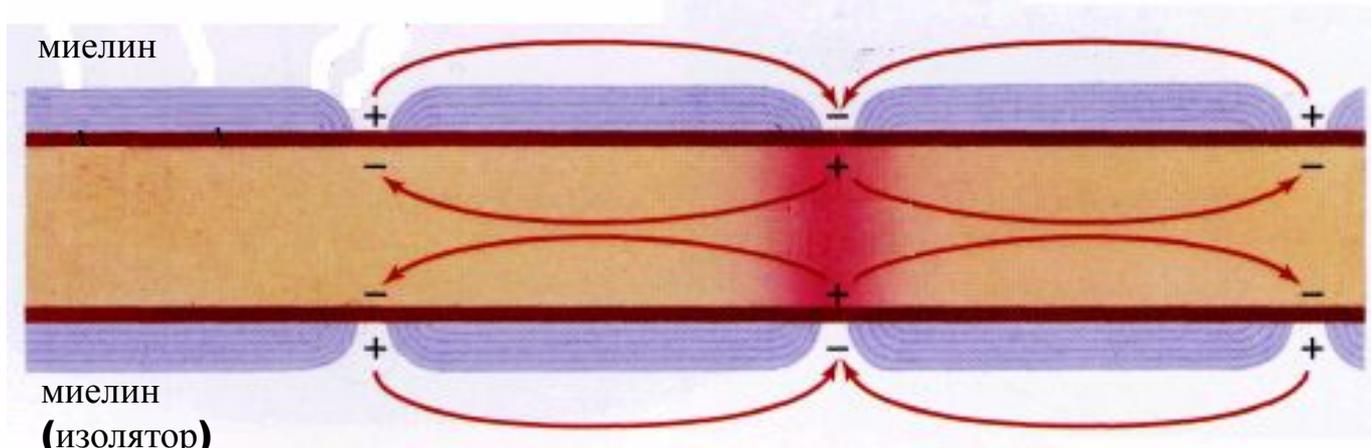
R_a



Чем больше сопротивление мембраны и меньше утечка зарядов –
зарядов –
тем больше скорость проведения импульса.

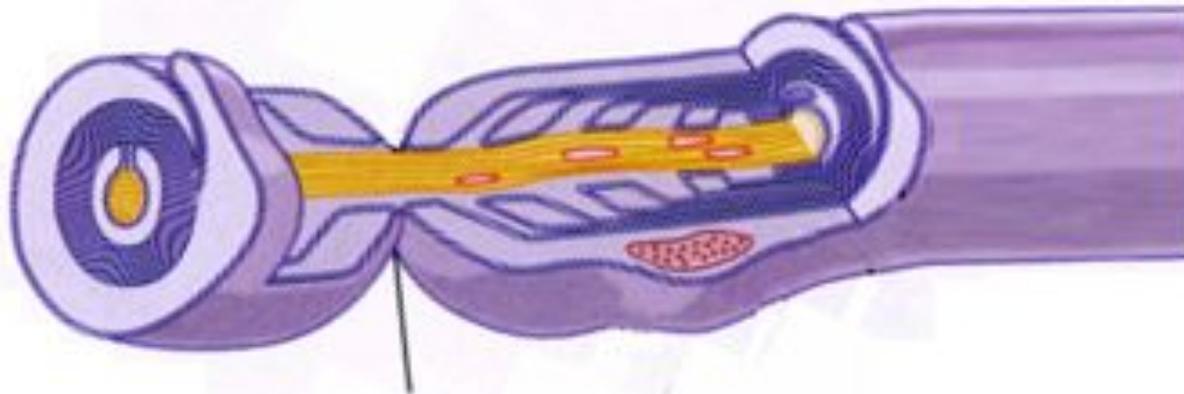


R_M



R_M

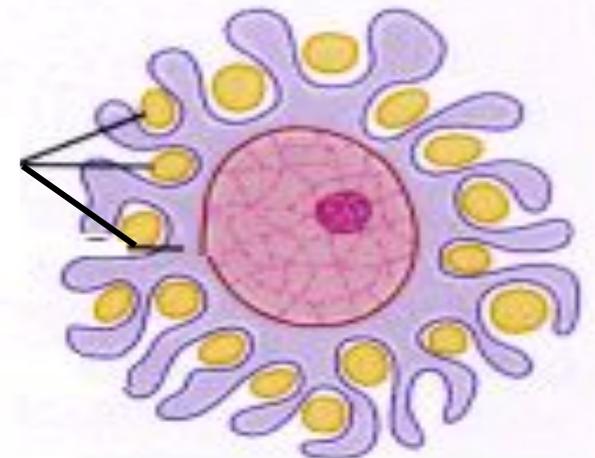
МИЕЛИНОВАЯ ОБОЛОЧКА



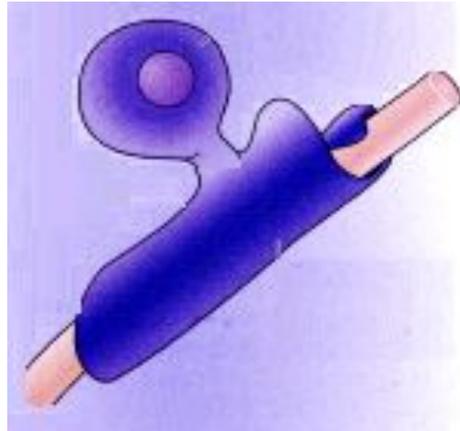
Перехват Ранвье

Миелинизированный аксон

Немиелинизированные аксоны

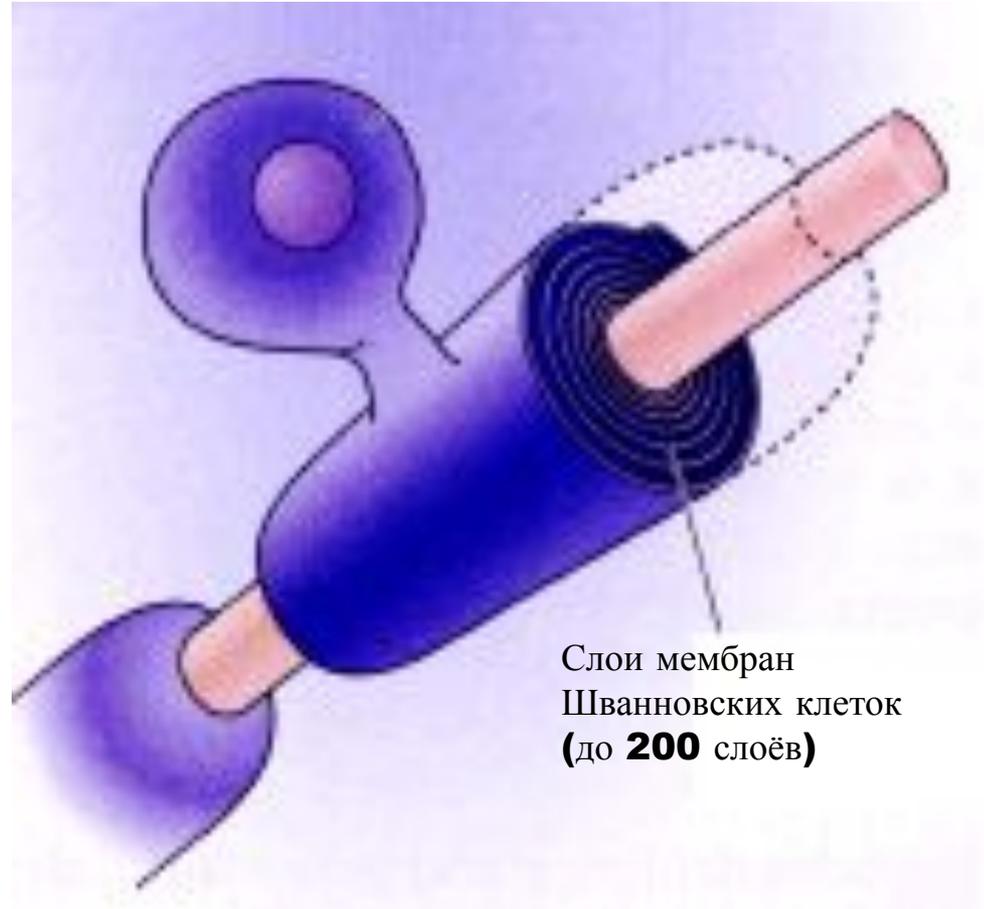


МИЕЛИНОВАЯ ОБОЛОЧКА



МИЕЛИН

представляет собой фосфолипидные слои мембраны Шванновских клеток (с минимальным включением белков).



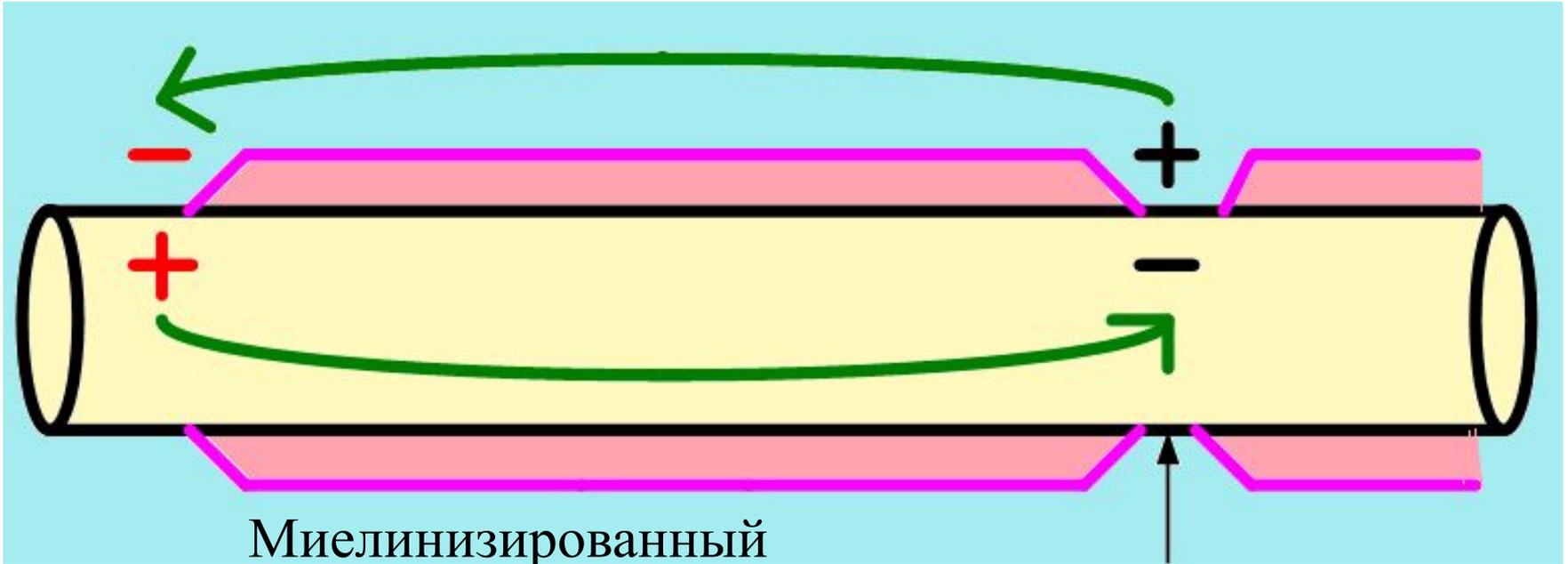
Слои мембран Шванновских клеток (до **200** слоёв)

ЗНАЧЕНИЕ МИЕЛИНОВОЙ ОБОЛОЧКИ

МИЕЛИН

- Изолирует нервные волокна.
- Выполняет защитную и трофическую функцию.
- Увеличивает скорость проведения.
- Экономит энергию АТФ.

МИЕЛИНИЗИРОВАННОЕ НЕРВНОЕ ВОЛОКНО



Миелинизированный

участок

перехват

Ранвье

**САЛЬТАТОРНОЕ ПРОВЕДЕНИЕ
(СКАЧКООБРАЗНОЕ)**

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН

НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА

А **ТОЛСТЫЕ**
МИЕЛИНИЗИРОВ.
(70 - 120 m/s)
Двигательные и
чувствительные

В **ТОНКИЕ**
МИЕЛИНИЗИРОВ.
(30 - 70 m/s)
Преганглионарные
вегетативные

С **НЕМИЕЛИНИЗИР.**
(0.5 - 5 m/s)
Постганглионарные
вегетативные



КЛАССИФИКАЦИЯ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН

НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА

А ТОЛСТЫЕ
МИЕЛИНИЗИРОВ.
(70 - 120 m/s)

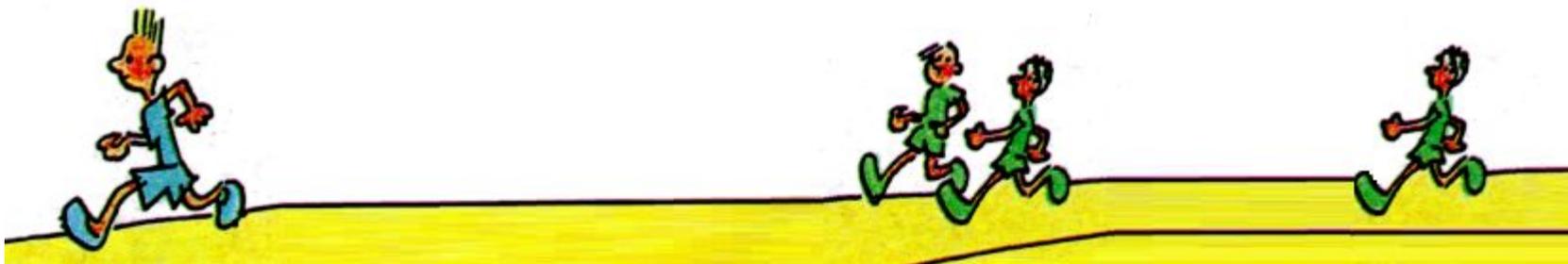
Двигательные и
чувствительные

В ТОНКИЕ
МИЕЛИНИЗИРОВ.
(30 - 70 m/s)

Преганглионарные
вегетативные

С НЕМИЕЛИНИЗИР.
(0.5 - 5 m/s)

Постганглионарные
вегетативные



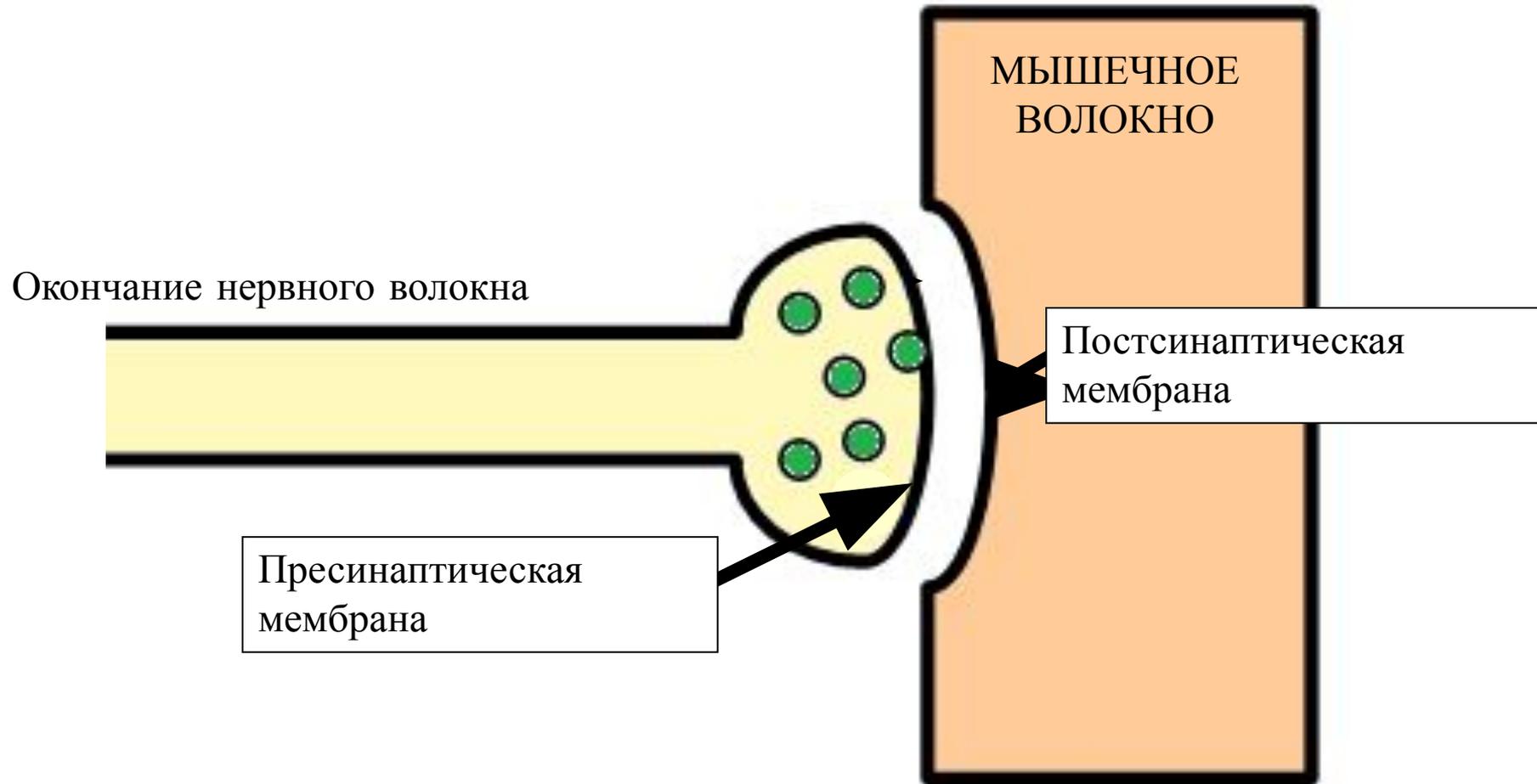
НЕРВНО-МЫШЕЧНЫЙ СИНАПС

Структура, с помощью которой происходит передача возбуждения с нервного волокна на мышечное



МЫШЦА

СТРОЕНИЕ СИНАПСА



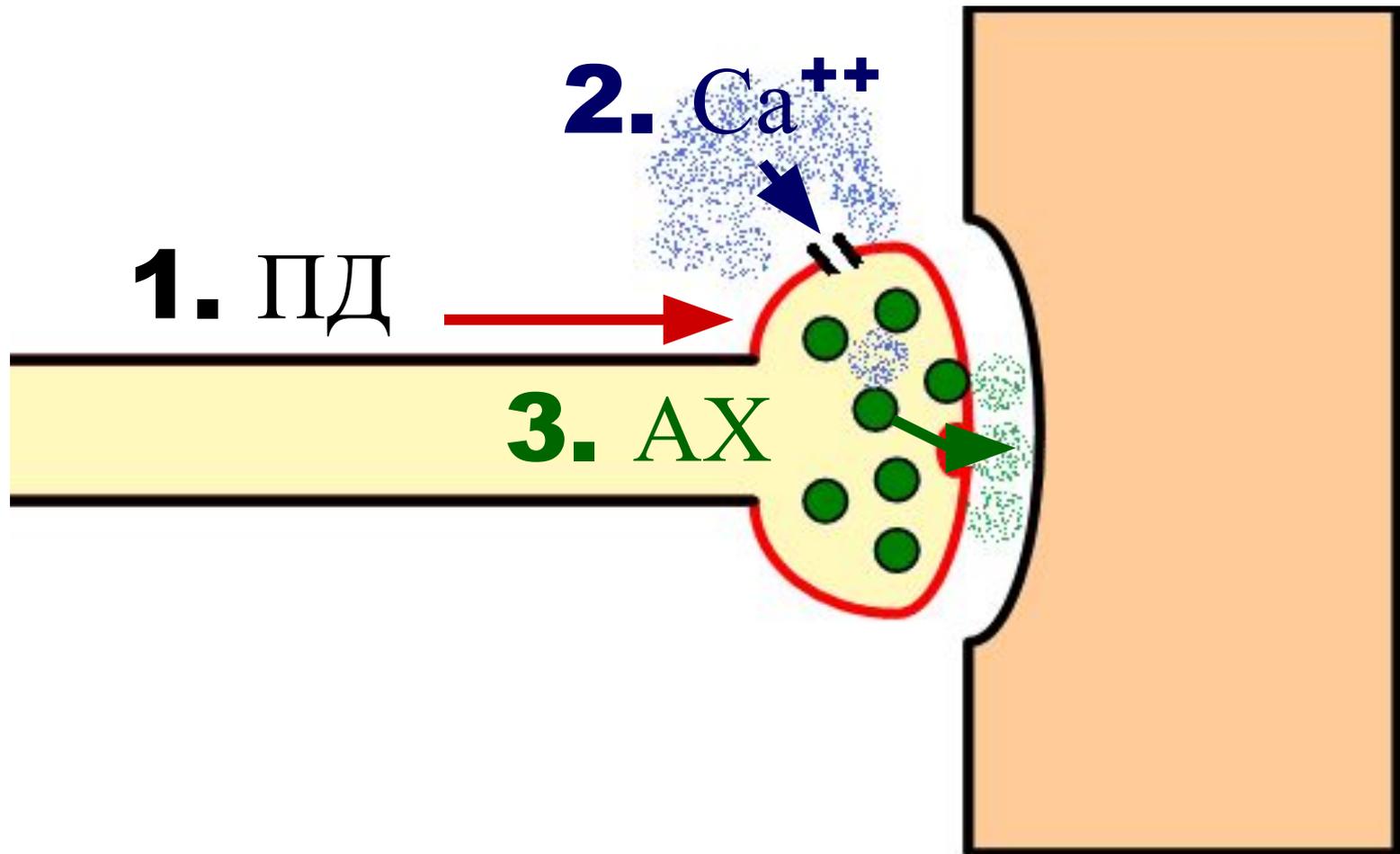
МЕХАНИЗМ ПЕРЕДАЧИ ВОЗБУЖДЕНИЯ В СИНАПСЕ

- Механизм **химический**.
- Вещество, с помощью которого передаётся сигнал, называется **медиатором**.
- Медиатором нервно-мышечного синапса является **ацетилхолин (АХ)**.
- Ацетилхолин – самый «быстрый» медиатор: у него самый короткий медиаторный цикл.

ВЫДЕЛЕНИЕ МЕДИАТОРА

- 1.** Генерация ПД в нервном окончании
- 2.** Открытие потенциал-зависимых кальциевых каналов в мембране нервного окончания и диффузия ионов кальция (Ca) в нервное окончание
- 3.** Выделение медиатора из синаптических пузырьков путём экзоцитоза
(одновременно из **100-200** пузырьков)

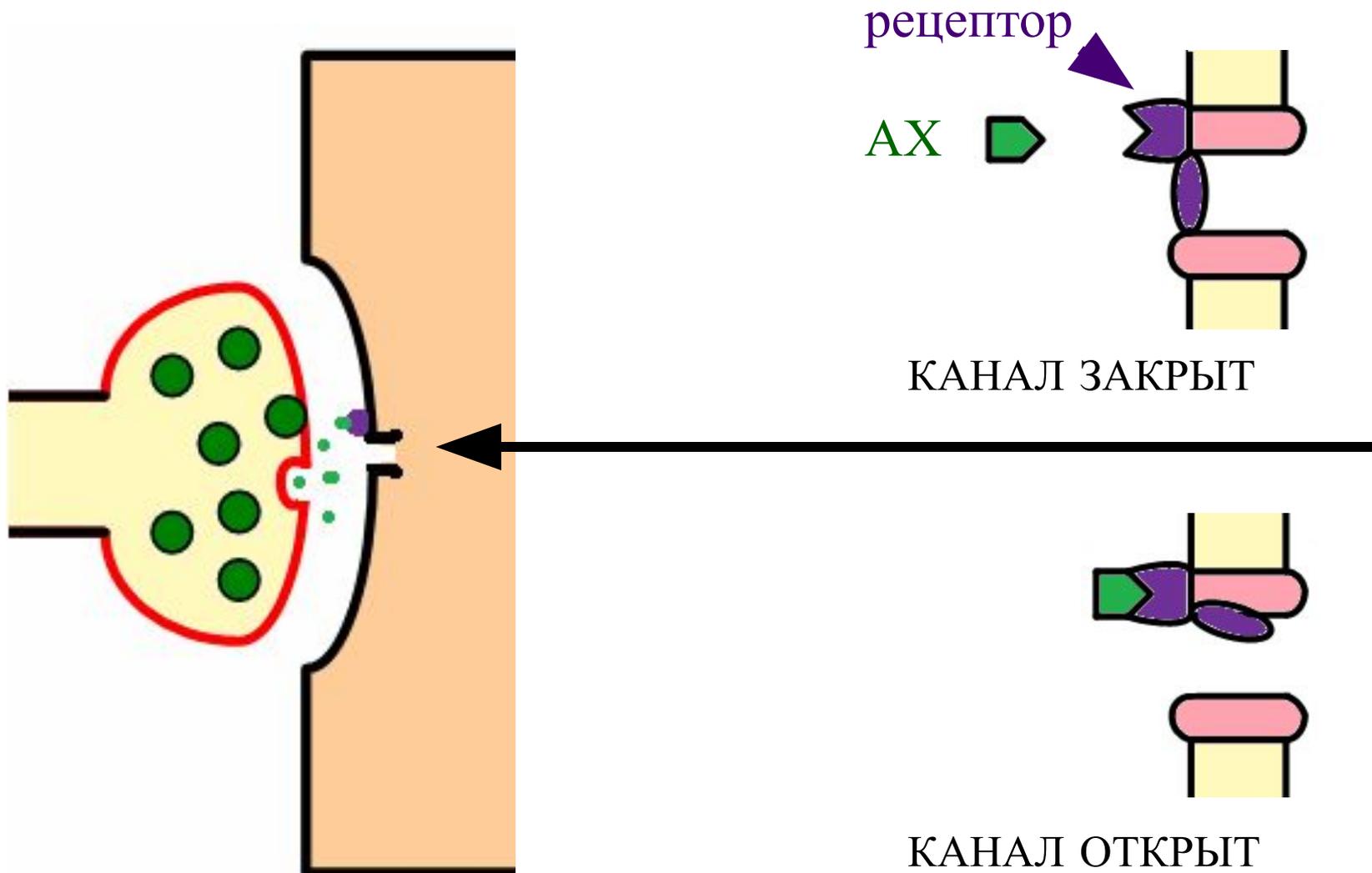
ВЫДЕЛЕНИЕ МЕДИАТОРА (схема)



ДЕЙСТВИЕ МЕДИАТОРА

- 1.** Взаимодействие медиатора с рецептором постсинаптической мембраны.
(Рецептор – это белковая молекула, которая имеет высокое сродство к медиатору. Рецепторы, которые связываются с АХ, называются холинорецепторами).
- 2.** Открытие хемочувствительных ионных каналов постсинаптической мембраны.
- 3.** Деполяризация постсинаптической мембраны.
Генерация ПКП (потенциала концевой пластинки).

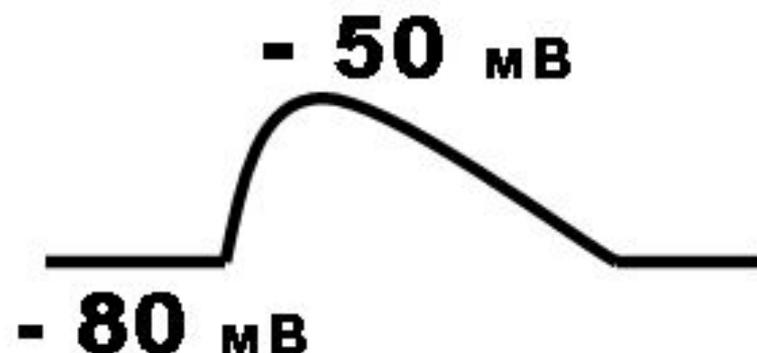
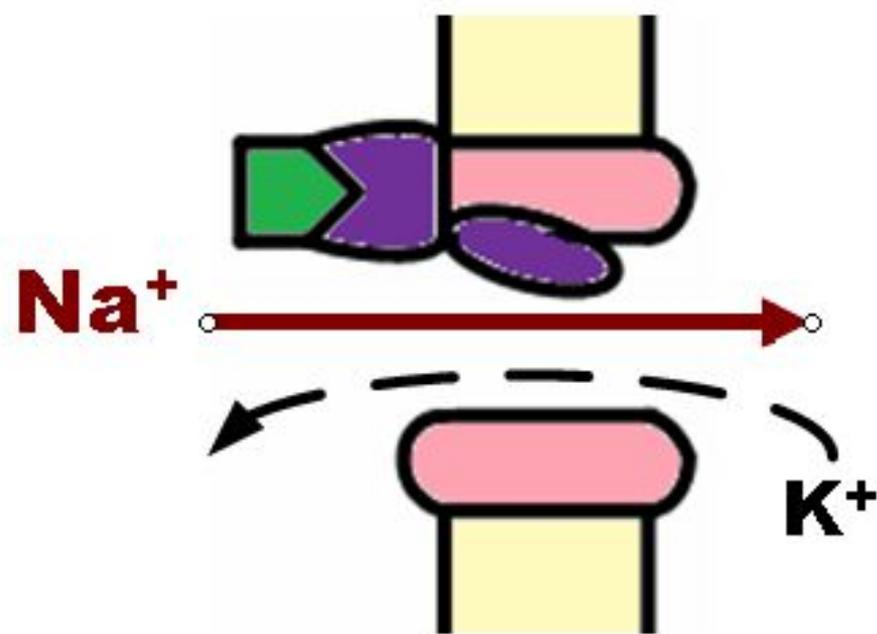
ДЕЙСТВИЕ МЕДИАТОРА (схема)



ГЕНЕРАЦИЯ ПКП

- Каналы постсинаптической мембраны:
 - Хемочувствительные
 - Низкой селективности (т.е. проницаемы и для натрия, и для калия)
- Ток натрия идёт в клетку, а ток калия в то же время идёт из клетки
- Происходит частичная деполяризация постсинаптической мембраны (ПКП)
- ПКП имеет свойства локального ответа

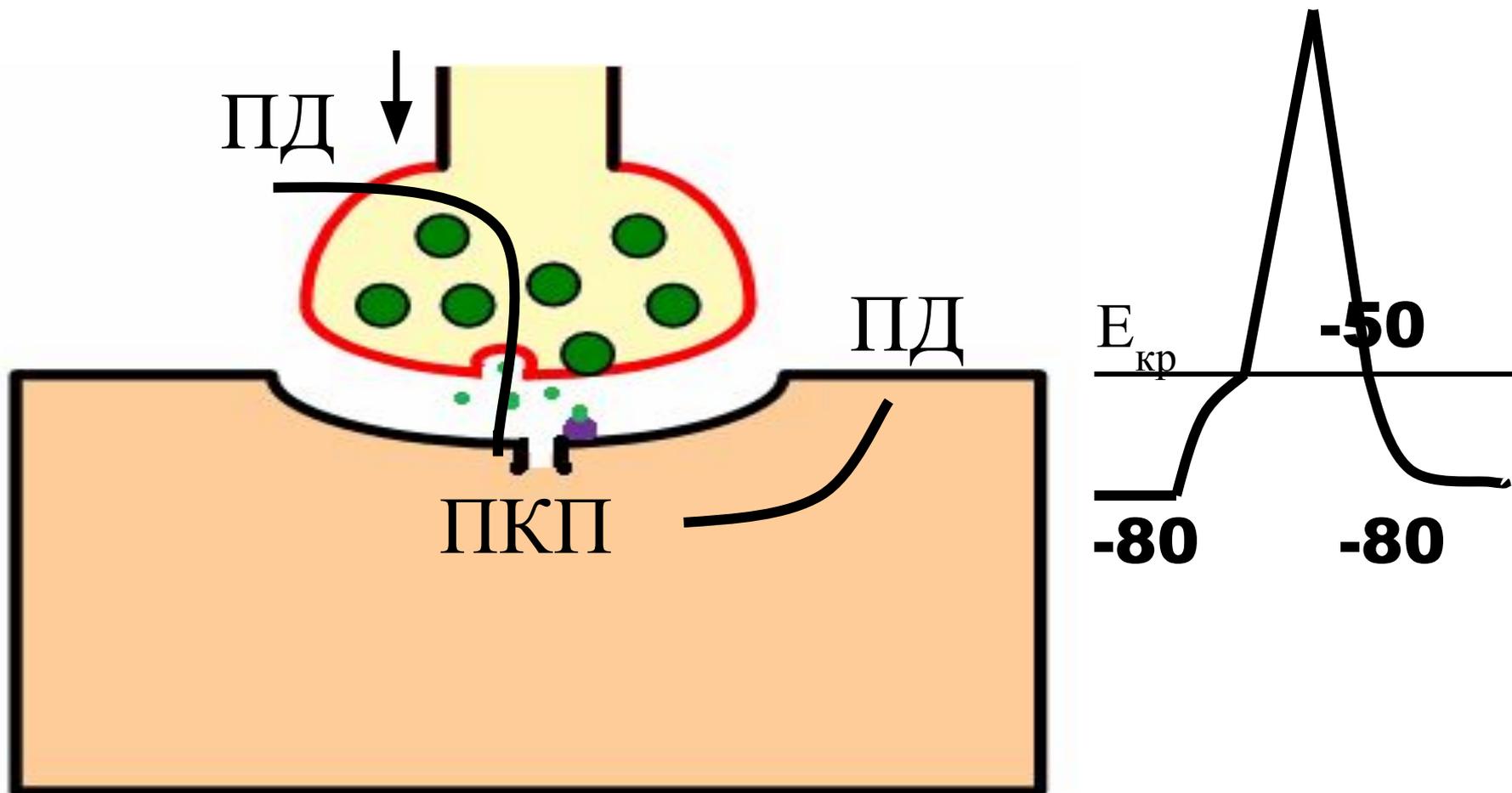
ГЕНЕРАЦИЯ ПКП (схема)



Свойства ПКП:

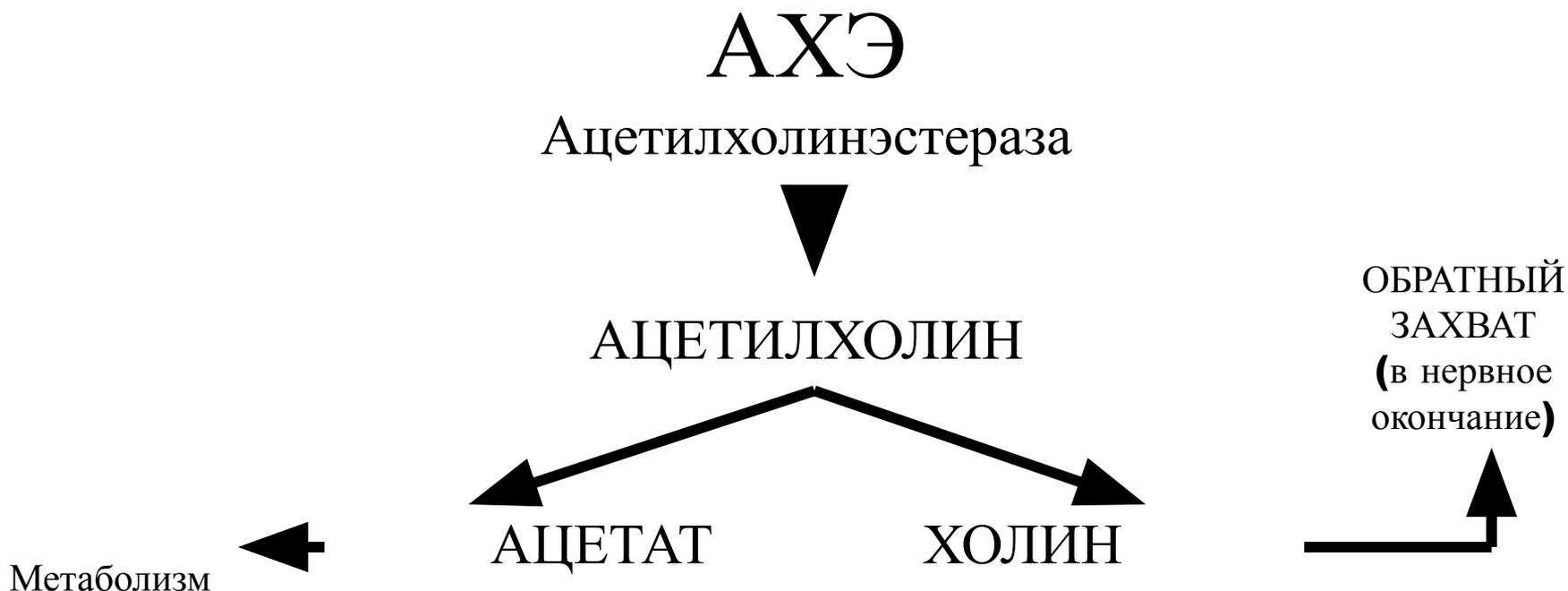
1. Не распространяется
2. Зависит от концентрации медиатора
3. Суммируется
4. Увеличивает возбудимость клетки

ВОЗБУЖДЕНИЕ МЫШЕЧНОГО ВОЛОКНА (схема)



ДАЛЬНЕЙШАЯ СУДЬБА МЕДИАТОРА

Самый быстрый механизм освобождения рецептора от медиатора – ферментативное расщепление ацетилхолина



ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ЧЕРЕЗ СИНАПС

- Одностороннее проведение
- Синаптическая задержка (время, которое необходимо на проведение возбуждения через синапс – **0.2** мсек)
- Высокая утомляемость (связана с истощением запаса медиатора)
- Низкая лабильность (**100** имп/сек)
- Наличие специфических блокаторов (например, **яд кураре** избирательно блокирует холинорецепторы в нервно-мышечных синапсах только скелетных мышц)



КОНЕЦ