

***Физиология как наука.  
Биоэлектрические явления  
в возбудимых тканях.  
Физиология синапсов.  
Межнейронные связи.***

# Определение понятия "физиология".

## Физиологические дисциплины

Физиология - наука о закономерностях жизнедеятельности организма во взаимосвязи с внешней средой.

Различают следующие физиологические дисциплины:

1. Возрастная физиология.
2. Клиническая физиология.
3. Физиология труда.
4. Психофизиология.
5. Экологическая физиология.
6. Физиология спорта.
7. Авиационная физиология.
8. Космическая физиология.
9. Патологическая физиология.

Методы  
физиологии

Наблюдение

Эксперимент

Обследование

Моделирование

острый

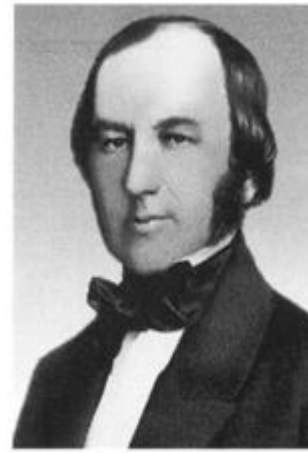
хронический



Рудольф Гейденгайн  
(1834–1897)



Эмиль Дюбуа-Реймон  
(1818–1896)



Клод Бернар  
(1813–1878)



Сеченов Иван Михайлович  
(1829–1905)

- Рудольф Гейденгайн (1834-1897) , выдающийся немецкий физиолог и гистолог . Основные работы посвящены физиологии обмена веществ , процессам выделения и всасывания , гистологии почек , желудка , тепловому балансу организма.
- Эмиль Дюбуа - Реймон (1818-1896) , немецкий физиолог , показал наличие " тока покоя " в нерве , первым обнаружил отрицательный потенциал поврежденного участка коры полушарий мозга.
- Клод Бернар (1813-1878) , выдающийся французский физиолог , академик французской АН . Впервые установил значение функции поджелудочной железы и ее роль в процессах пищеварения; гликогеноутворюючої функции печени и ее роли в регуляции сахара в крови .
- Сеченов Иван Михайлович (1829-1905) , выдающийся русский физиолог . Всемирную известность получил благодаря его классическом труде "Рефлексы головного мозга " (1863 ) , в которой анализирует умственную деятельность, мышление человека , сводя их к простейшему акта - рефлекса.



Луїджі Гальвані  
(1737–1798)



Уільям Гарвей  
(1578–1657)



Карл Людвіг  
(1816–1895)

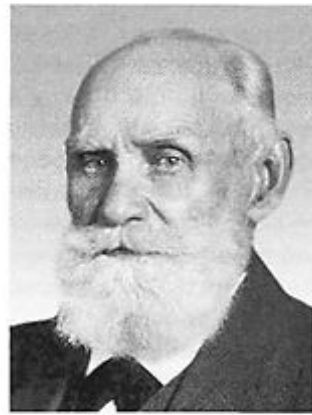


Герман Гельмгольц  
(1821–1894)

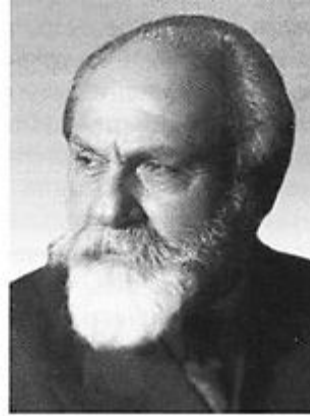
- Английский врач Уильям Гарвей (1578-1657) на основании своих экспериментов описал работу сердца , малое и большое круга кровообращения .
- В 1791 г. профессор Болонского университета Луиджи Гальвани написал " Трактат о электрические силы при мышечном движении " , который сделал его известным во всем мире благодаря исследованию электрических явлений при мышечном сокращении.
- Выдающийся немецкий физиолог Карл Людвиг (1816-1895) в 1847 впервые применил кимограф и ртутный манометр для записи кровяного давления. Вместе с В. Ф. Овсянниковым К. Людвиг обнаружил в продолговатом мозге наличие сосудодвигательного центра .
- Герман Гельмгольц (1821-1894) - немецкий физик , математик , физиолог и психолог . Создал модель уха , разработал математическую теорию взаимодействия звуковых волн с органом слуха , доказал способность слухового аппарата анализировать сложные звуки , ввел понятие " тембр звука. "



Введенський Микола  
Євгенович (1852–1922)



Павлов Іван Петрович  
(1849–1936)



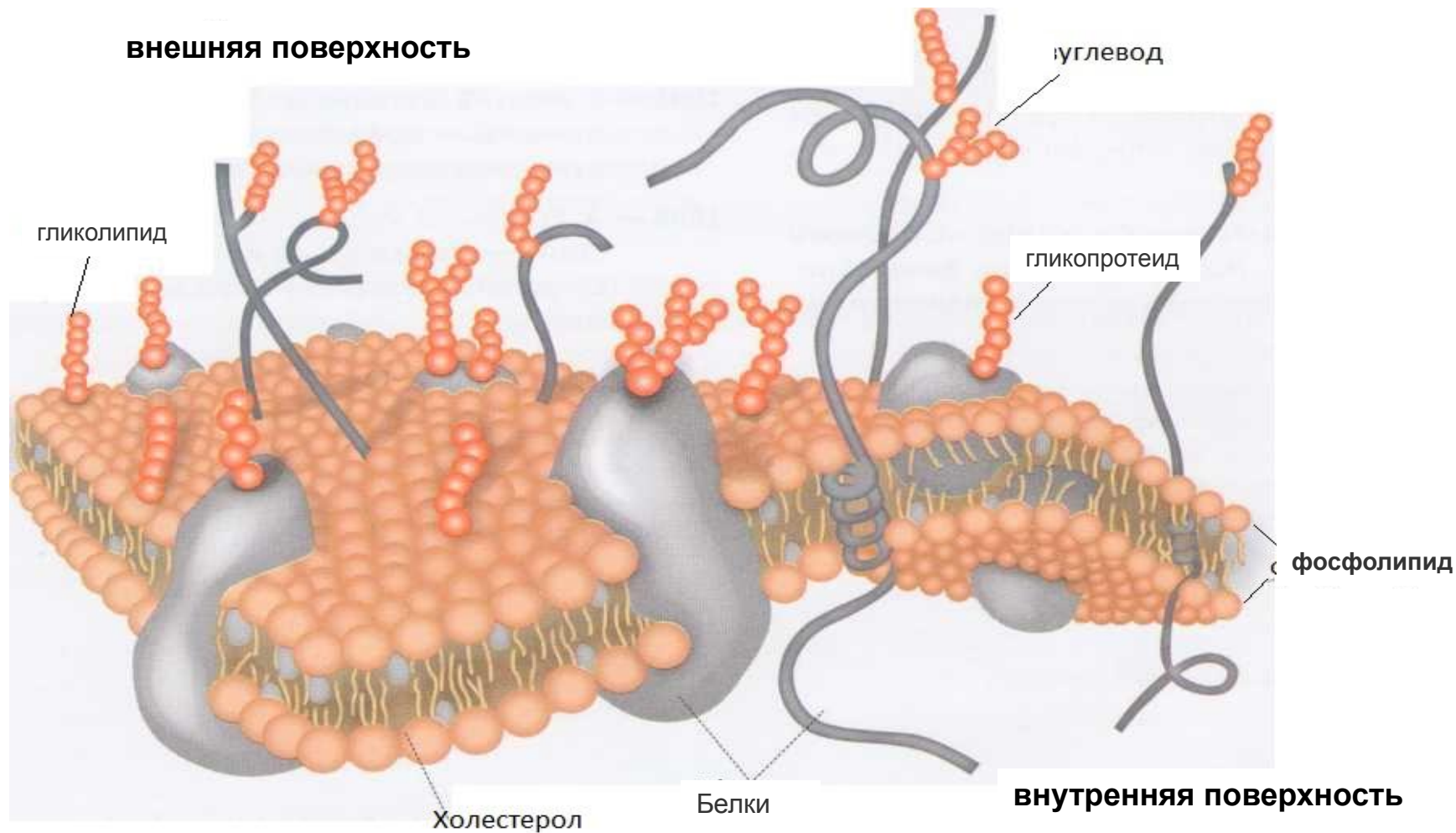
Орбелі Леон Абгарович  
(1882–1958)



Анохін Петро Кузьмич  
(1898–1974)

- Введенский Николай Евгеньевич (1852-1922) , русский физиолог . Впервые в 1884 году прослушал с помощью телефонного аппарата ритм возбуждения в нерве ( биотоки ) , открыл наличие оптимума и пессимума ( " песимального торможения " ) в нервах и мышцах в зависимости от частоты их раздражение , выяснил роль фактора времени в развитии возбуждения.
- Иван Петрович Павлов (1849-1936) - великий русский физиолог , академик . За выдающиеся работы по физиологии пищеварения ему присуждена Нобелевская премия ( 1904). Создал новое оригинальное и перспективное учение о высшей нервной деятельности и разработку методов исследования ВНД - метода условных рефлексов .
- Леон Абгарович Орбели (1882-1958 гг.) Его научные работы посвящены исследованию вегетативной нервной системы , вопросам адапционно - трофической функции симпатической нервной системы , физиологии спинномозговых координации и мозжечка.
- Анохин Петр Кузьмич (1898-1974) , физиолог , академик , ученик и последователь И.

# Строение клеточной мембраны



# Транспорт ионов

## Основные виды транспорта

### 1. Пассивный транспорт:

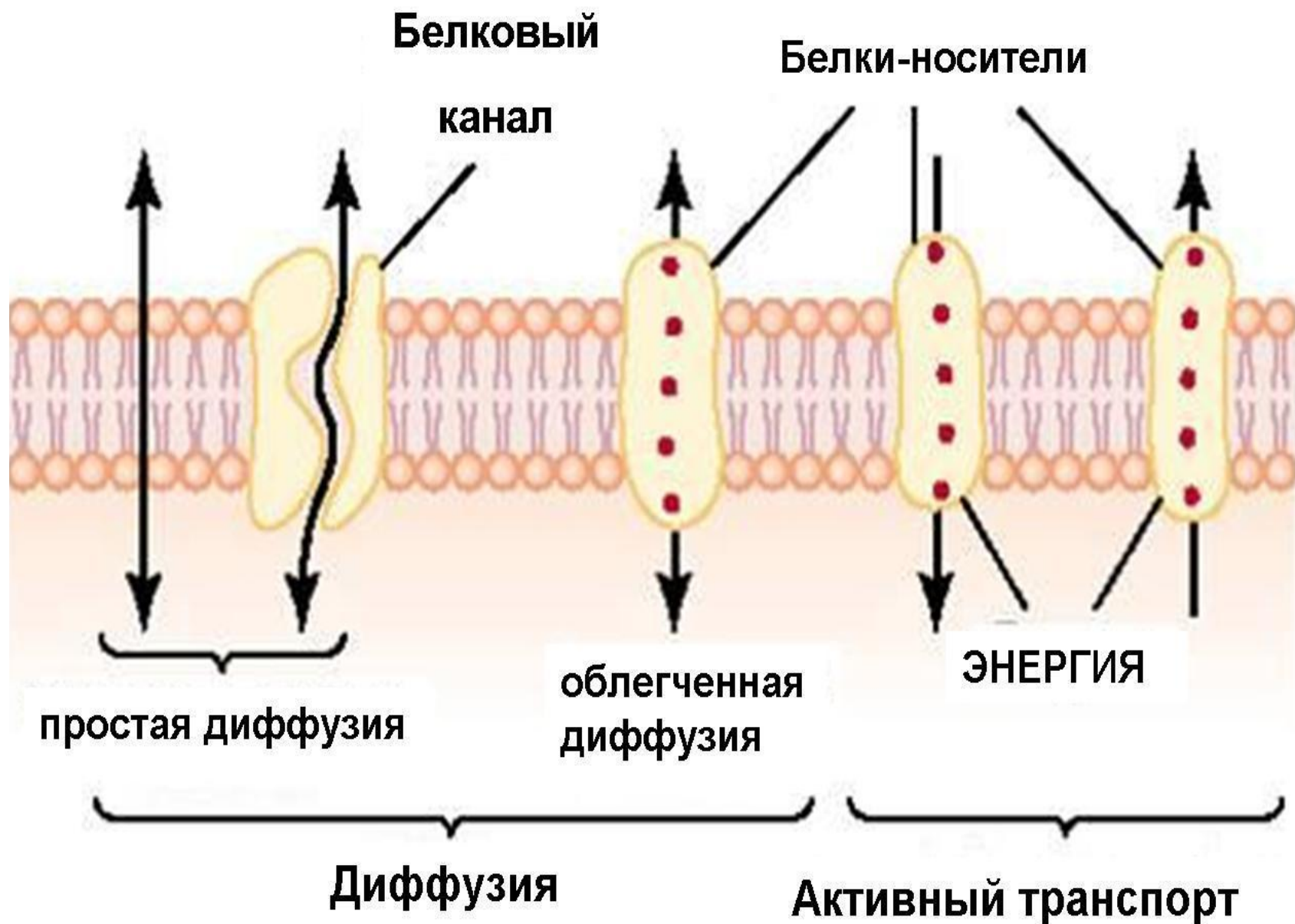
- простая диффузия
- облегченная диффузия
- осмос
- фильтрация

### 2. Активный транспорт:

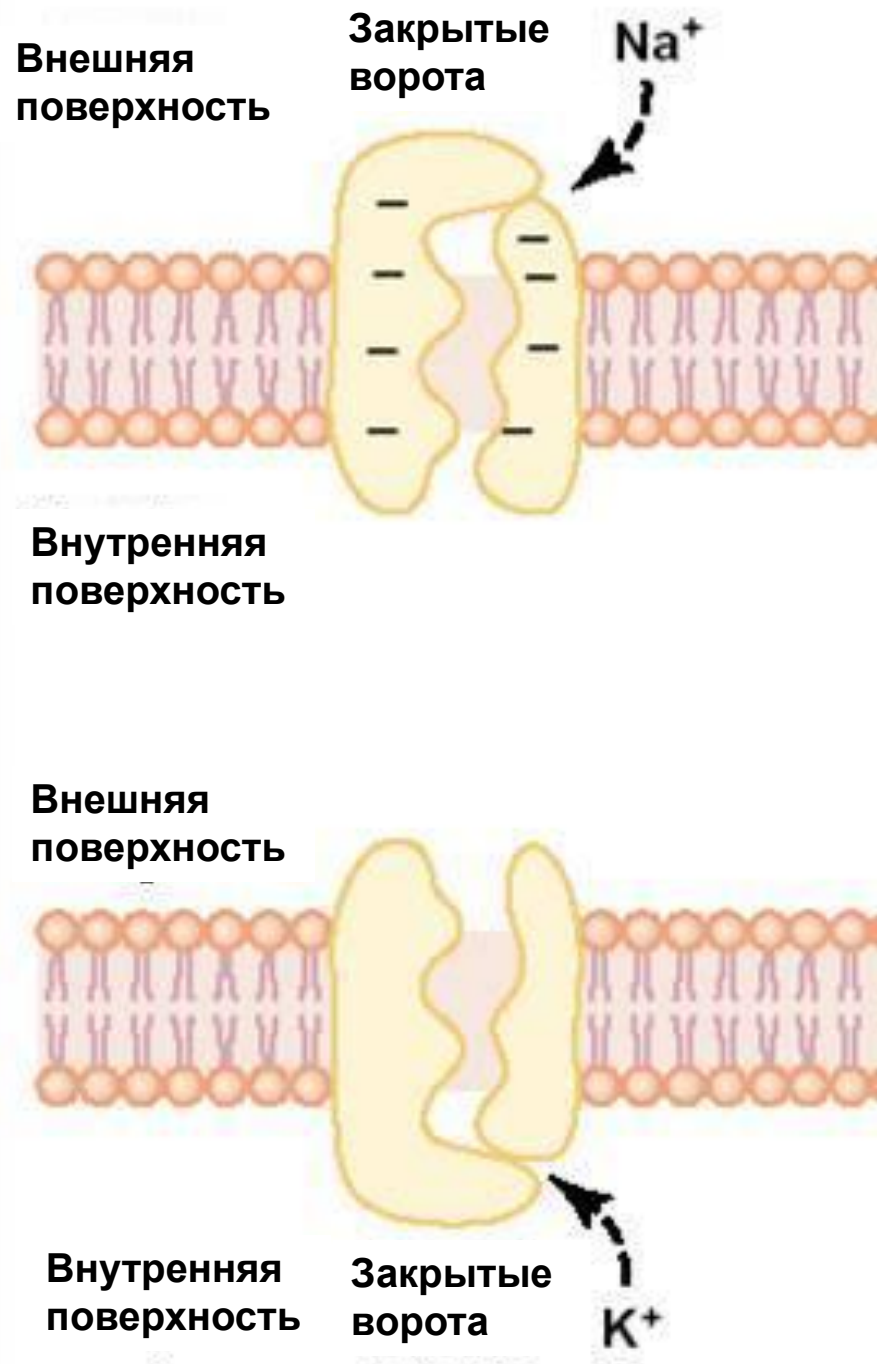
- первичный
- вторичный
- везикулярный механизм транспортировки (эндоцитоз, экзоцитоз)



# Основные механизмы транспорта

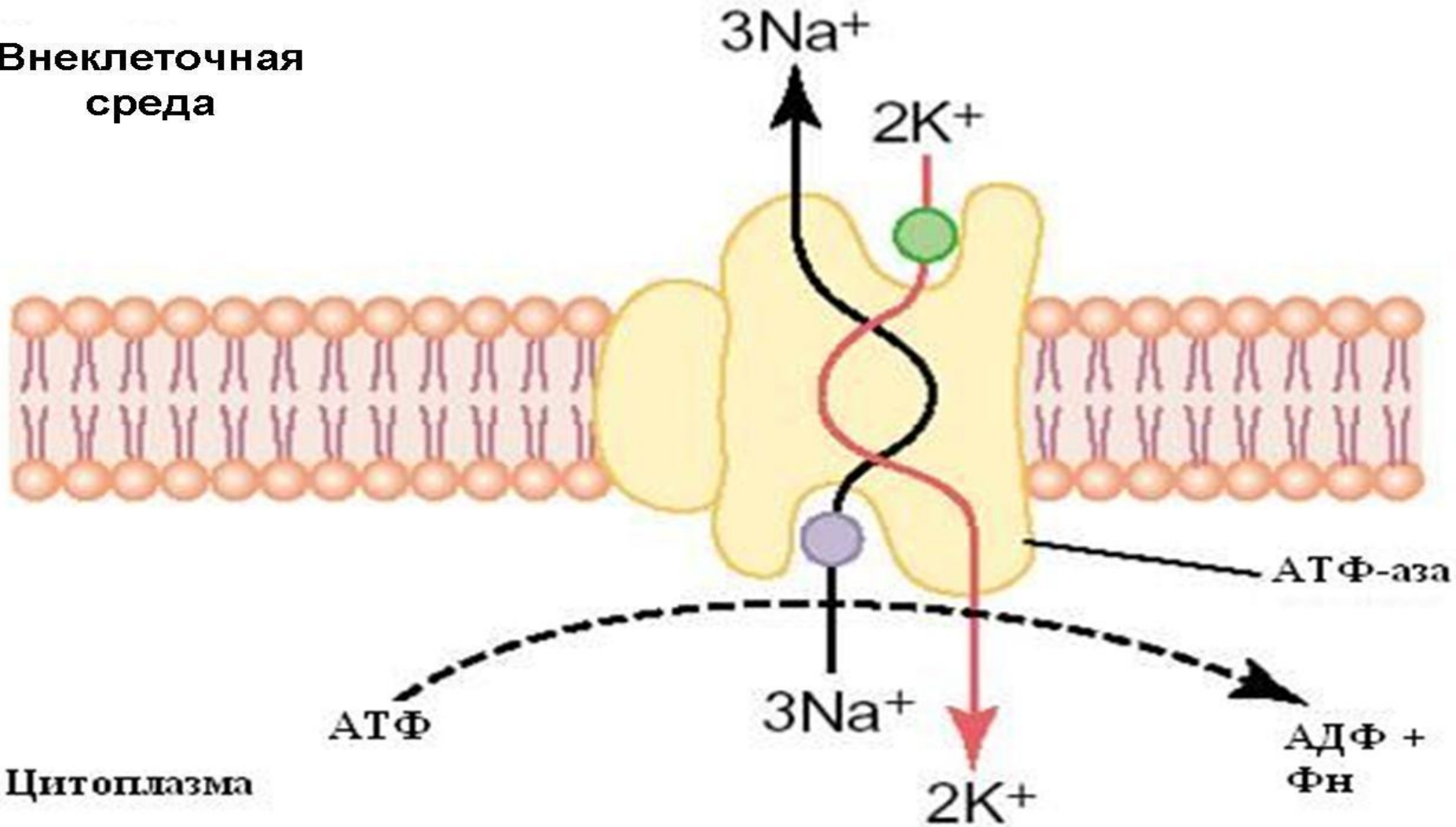


Ворота белкового канала  
обеспечивают  
контроль ионной  
проницаемости

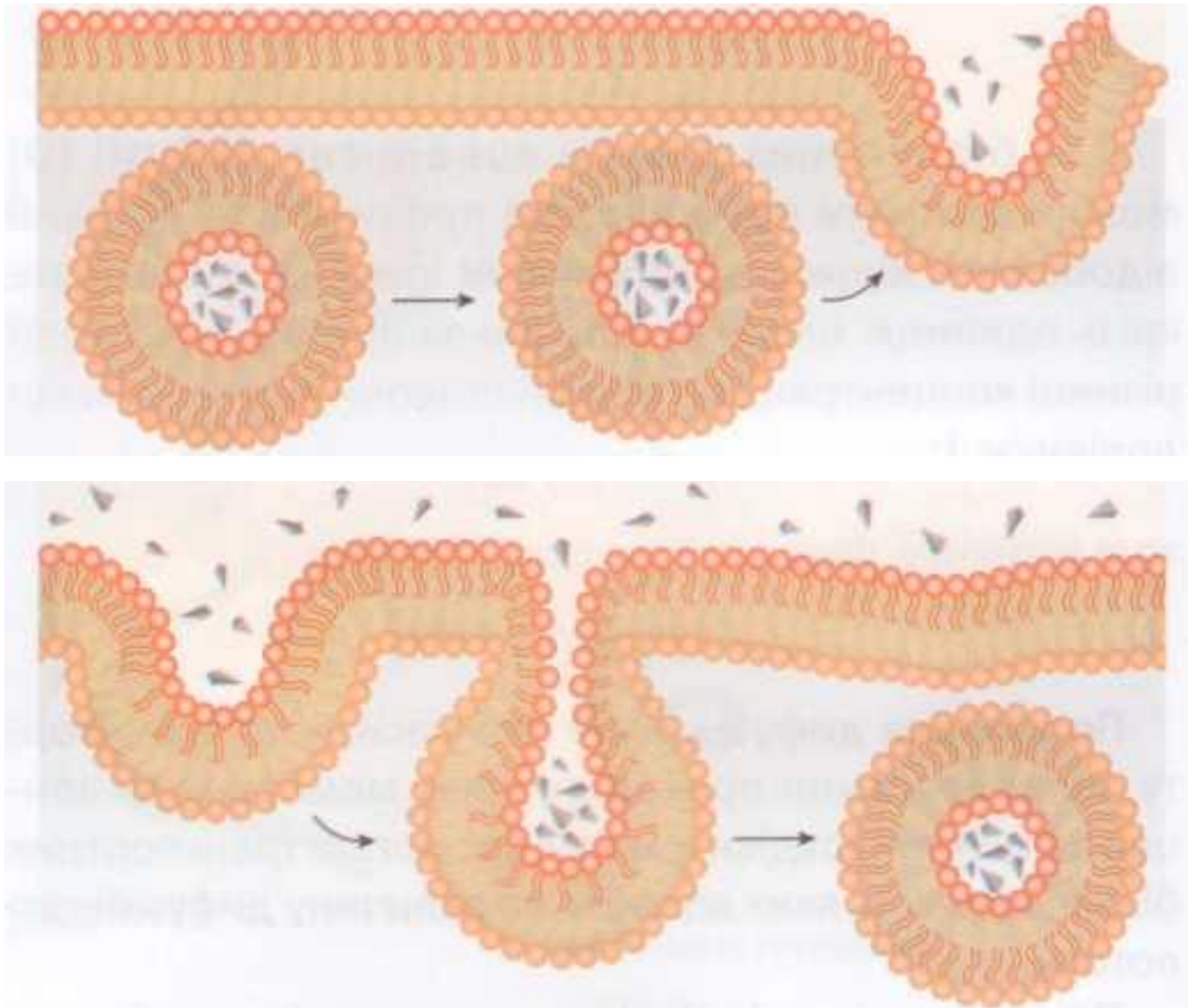


# Активный транспорт (Механизм работы $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ насоса)

Внеклеточная  
среда



# Экзоцитоз та эндоцитоз

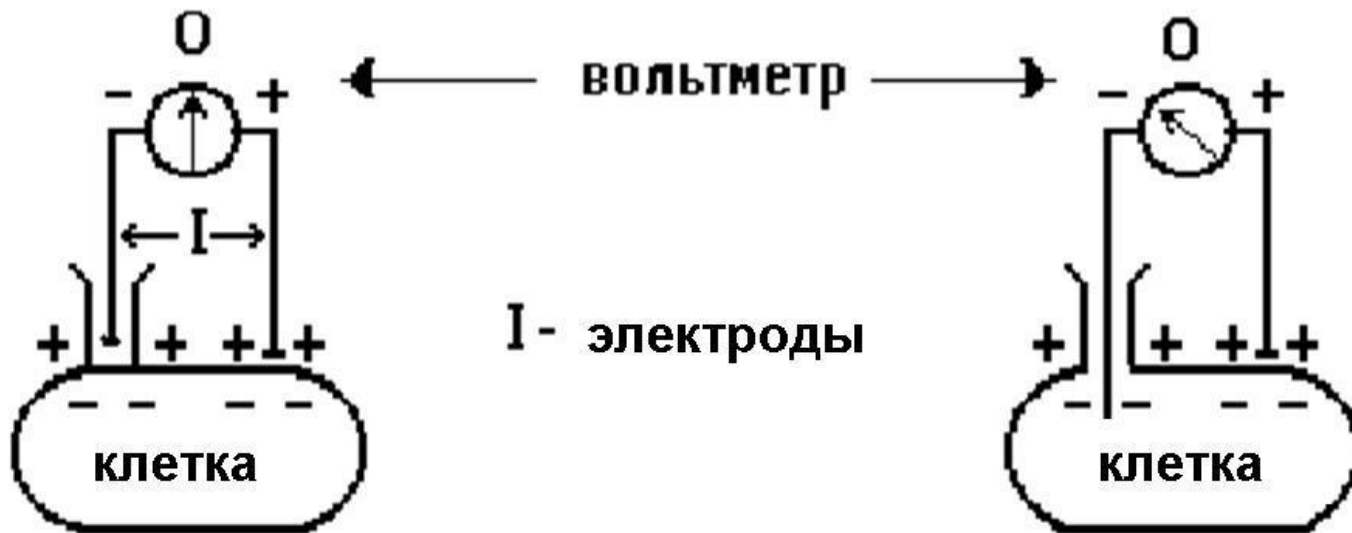


# Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> помпа



# Мембранный потенциал покоя в нервных клетках

Любая нервная клетка организма ограничена липопротеиновой мембраной, которая является хорошим электрическим изолятором. Если внутрь клетки ввести микроэлектрод, а второй разместить снаружи, то между микроэлектродами можно зарегистрировать разность потенциалов. Итак, клеточная мембрана поляризована, т.е. имеет разный биоэлектрический потенциал на внутренней и внешней поверхности. Эта разность потенциалов называется мембранным потенциалом покоя.



***Мембранный потенциал покоя*** - это разница биоэлектрических потенциалов между наружной и внутренней поверхностью мембраны , которая существует в состоянии физиологического покоя . Его величина в нервных клетках находится в пределах от - 60 до - 80 мВ.

Потенциал покоя возникает потому , что мембрана клетки в проницаемой для ионов . С внутренней стороны мембраны ионов  $K^+$  больше , чем снаружи , то они будут пассивно проходить изнутри наружу.

Относительно ионов  $Cl^-$  , то они наоборот входят в клетку и их проницаемость значительно меньше.

Кроме того важно пассивный вход ионов  $Na^+$  . Вход  $Na^+$  в клетку уменьшает величину электроотрицательности внутренней поверхности мембраны.

Таким образом , выход ионов  $K^+$  и вход ионов  $Cl^-$  способствует увеличению величины мембранного потенциала покоя , а вход ионов  $Na^+$  - ее уменьшению .

Уменьшению величины мембранного потенциала , за счет пассивного входа ионов  $Na^+$  , активно противодействует натрий - калиевый насос , который выводит  $Na^+$  из клетки и вводит  $K^+$  . Этот процесс энергозависимым .

Итак , путем пассивного и активного переноса ионов создается и поддерживается мембранный потенциал покоя .

## Виды раздражителей (по природе):

- химические (растворы кислот, щелочей, солей, органических соединений),
- механические (удар, сжатие, укол),
- температурные (нагрев, охлаждение);
- электрические.

## Виды раздражителей (по силе):

- допорогови,
- пороговые,
- надпороговые.



После воздействия допорогового раздражителя на мембрану , в месте ее раздражения возникает деполяризация . Эти изменения называют местным или локальным ответом. Локальный ответ - это не способна к распространению деполяризация мембрана. В основном она обусловлена перемещением ионов  $\text{Na}^+$  в клетку . Уровень поляризации мембраны уменьшается.

### **Особенности локального ответа :**

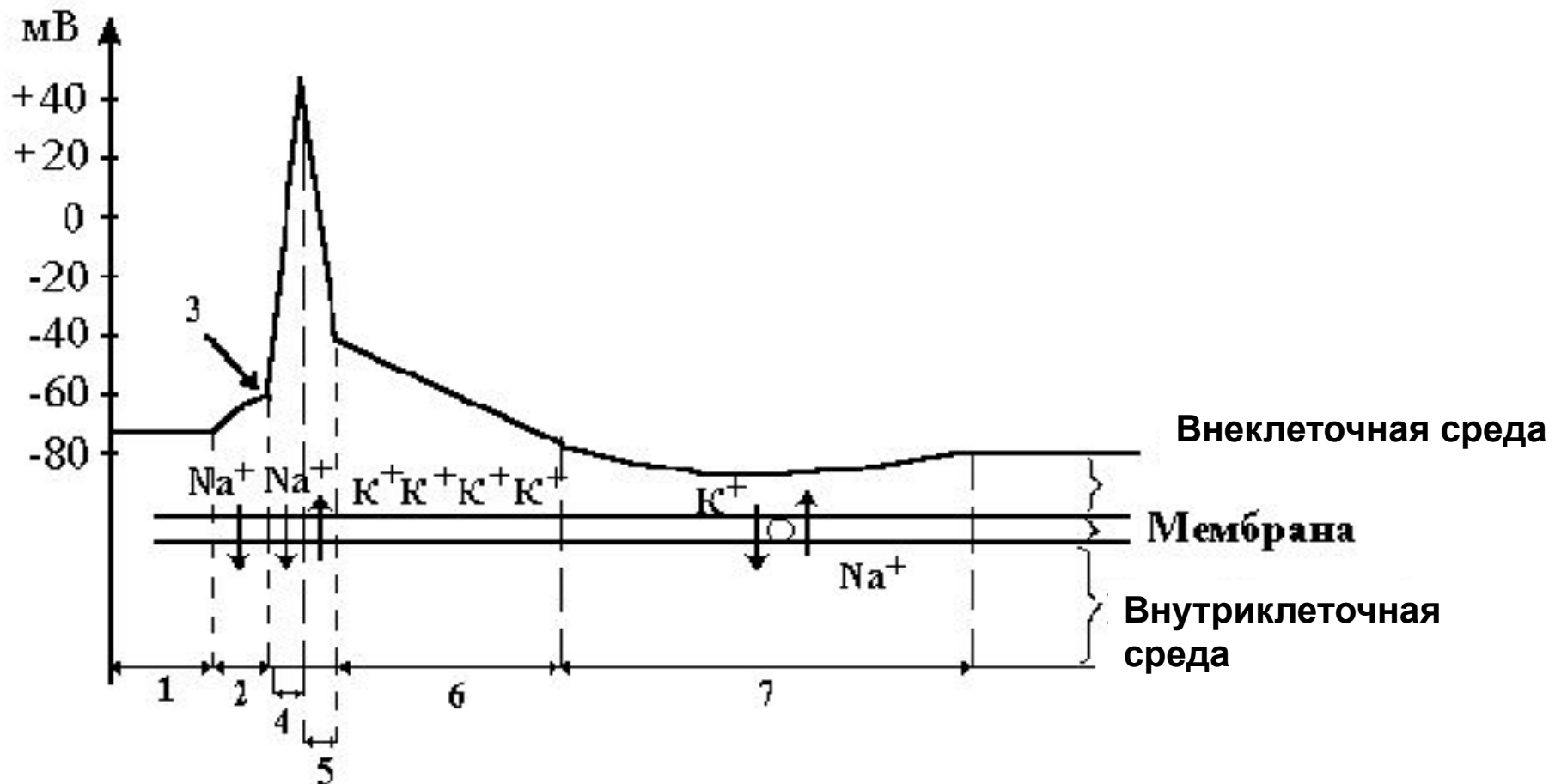
- 1 . Возникает при воздействии допороговых раздражителей .
- 2 . Градуально зависит от силы деполяризующего раздражителя .
- 3 . Не способен к распространению .

Если сила раздражителя вызовет такое повышение проницаемости для ионов  $\text{Na}^+$  и мембрана сможет деполяризоваться не местно , а вся , без каких-либо дополнительных воздействий , то возникает потенциал действия , а тот раздражитель , который вызвал , называется пороговым , а сила раздражителя - порогом .

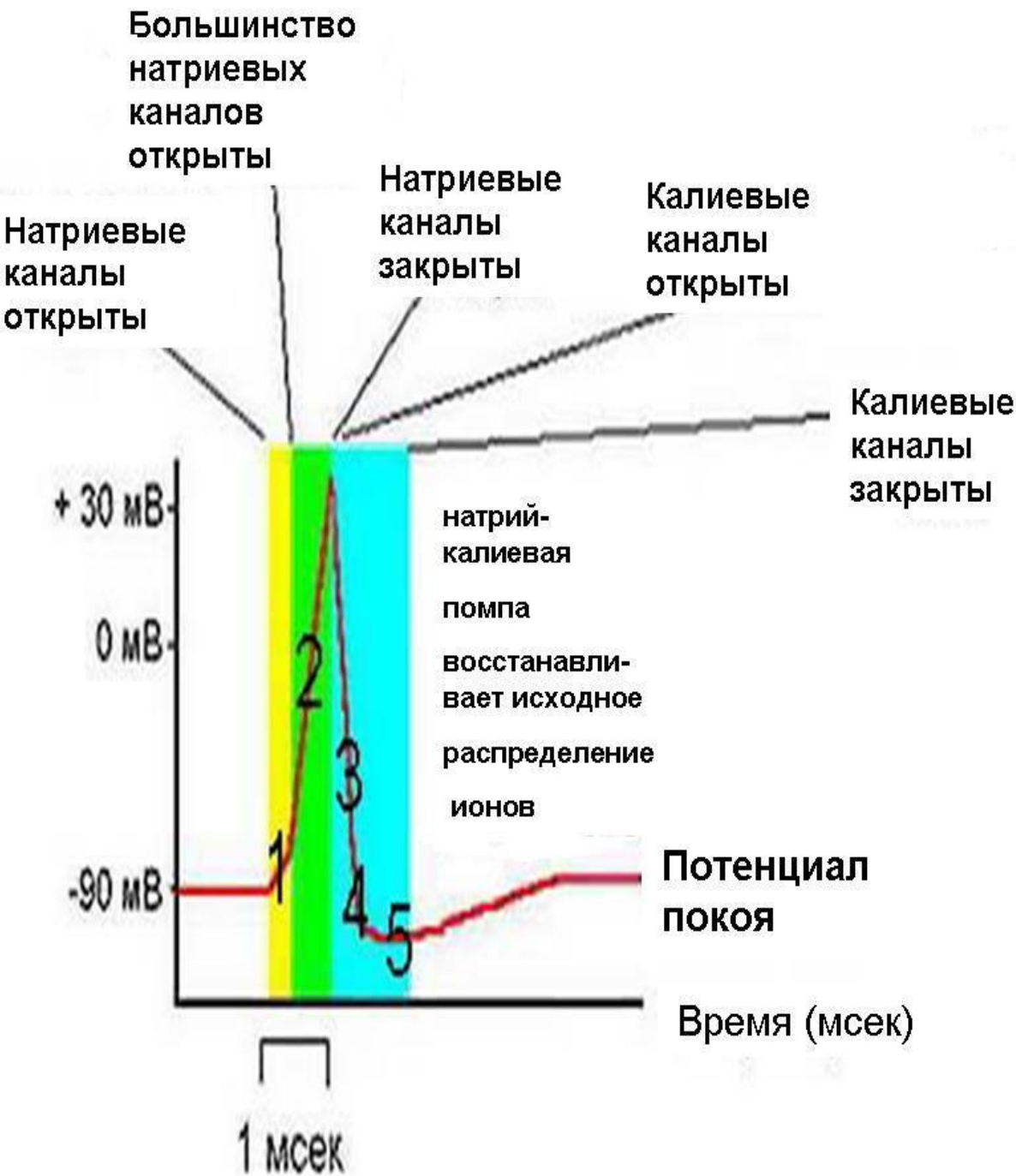
Размер мембранного потенциала , с которой мембрана может продолжать деполяризоваться автоматически называется **критическим уровнем деполяризации** .

# Потенциал действия нейрона

1 - мембранный потенциал покоя, 2 - локальный ответ 3 - критический уровень деполяризации, 4 - фаза деполяризации, 5 - фаза реполяризации, 6 - отрицательный следовой потенциал (следовой деполяризации потенциал) 7 - положительный следовой потенциал (следовой гиперполяризионный потенциал)

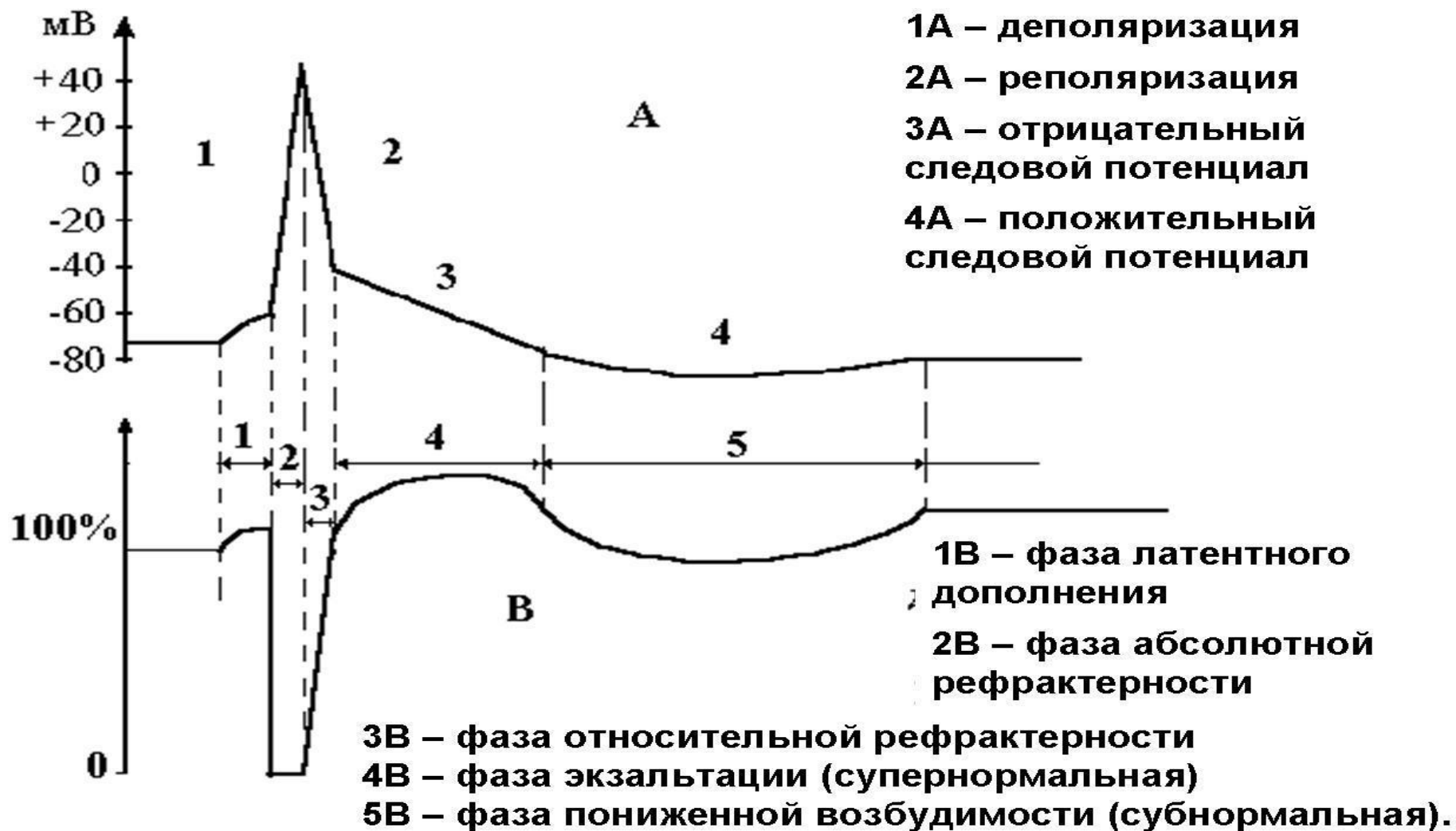


# Фазы потенциала действия



- 1- локальный ответ
- 2- деполяризация
- 3- реполяризация
- 4- следовой деполяризионный потенциал
- 5- следовой гиперполяризионный потенциал

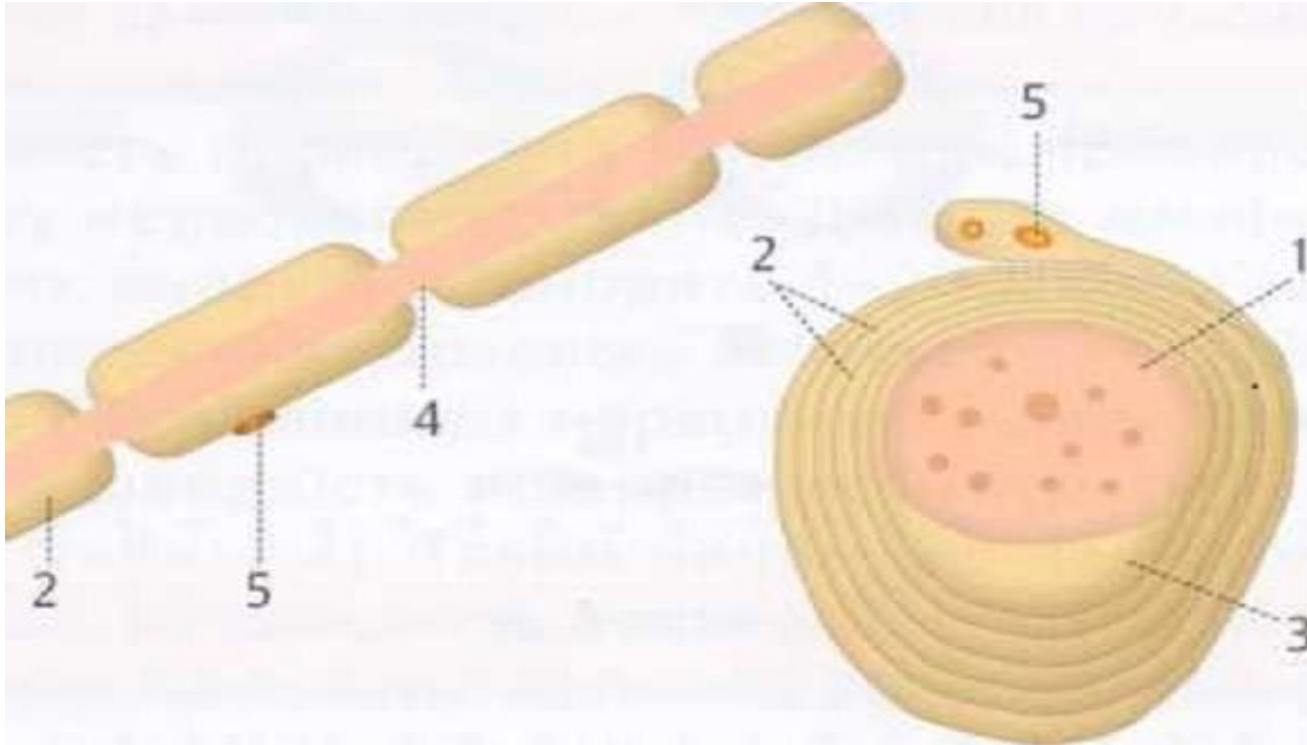
# Співвідношення фаз потенціалу дії (А) та збудливості (В)



# Условия и законы проведения возбуждения аксонами

- Условия:
  1. Анатомическая целостность нервного волокна. Травма, перерезка нерва нарушает проведение возбуждения.
  2. Физиологическая полноценность. Проведение возбуждения аксонами нарушается вследствие исчезновения проницаемости их мембран для ионов натрия, например, при действии обезболивающих средств.
- Законы проведения возбуждения:
  1. Двусторонней проводимости.
  2. Изолированного провода.
  3. Проведение возбуждения без затухания (бездекрементно).

# Строение миелиновых волокон



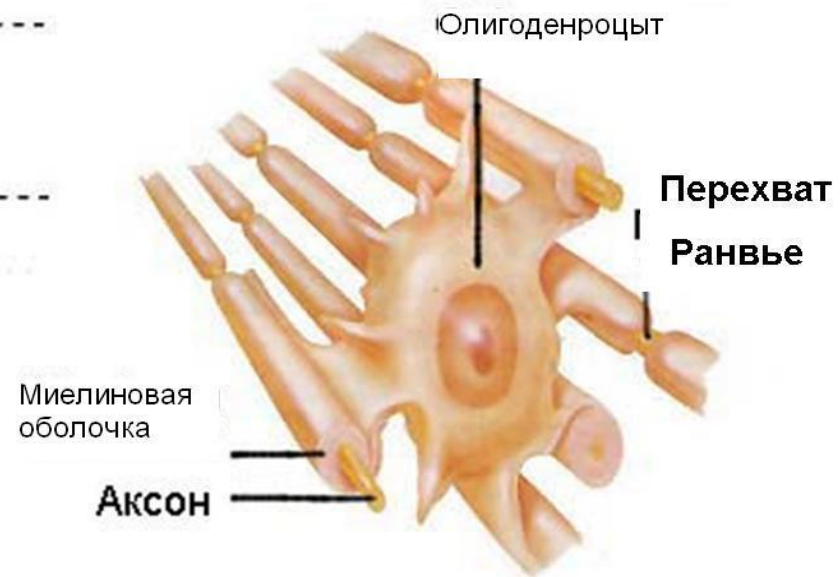
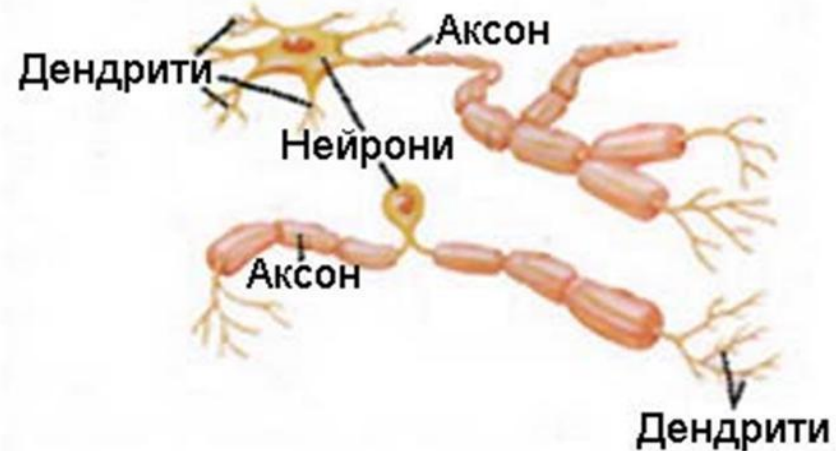
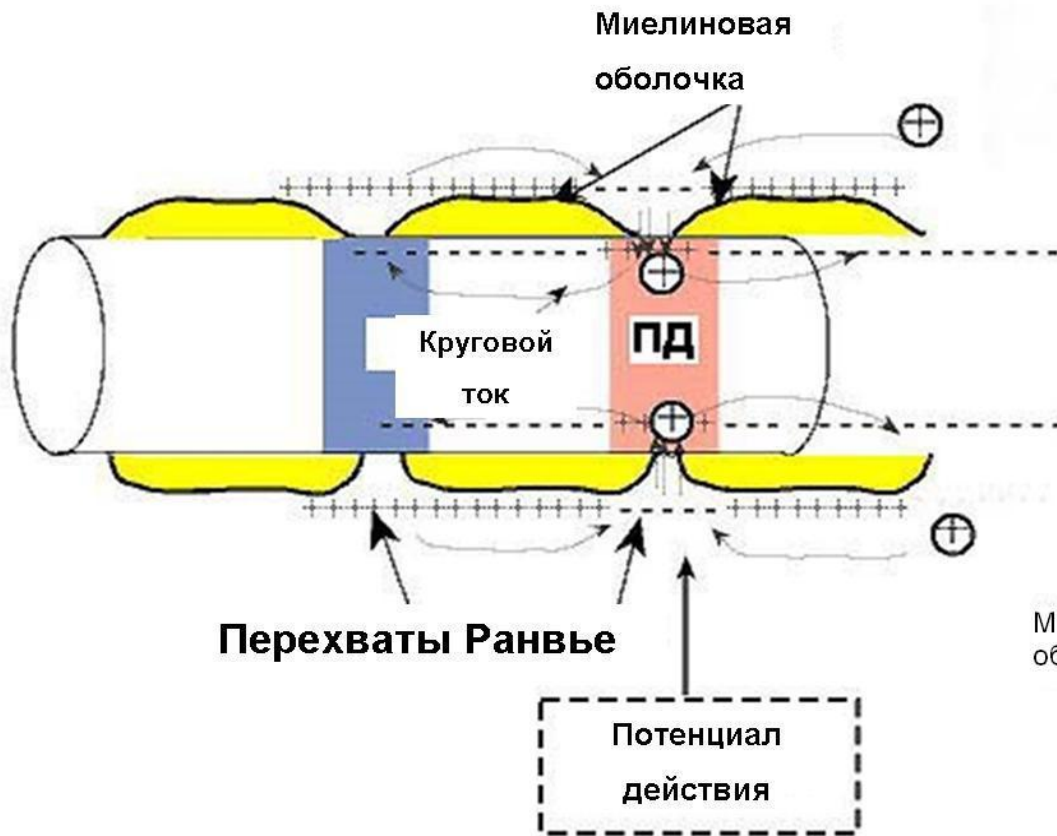
1. Аксон
2. Миелиновая оболочка
3. Шванновских клеток
4. Перехват Ранвье является
5. Ядро шванновских клеток

# Проведение возбуждения безмиелиновыми и миелиновыми нервными волокнами

Безмиелиновых нервными волокнами возбуждения распространяется непрерывно, а миелиновыми от перехвата Ранвье к перехвату Ранвье. Это возможно только потому, что мембрана перехвата имеет почти в 100 раз больше натриевых каналов, чем мембрана безмиелиновых нервных волокон. Относительно скорости распространения возбуждения, то она больше в миелиновых волокнах

# Сальтаторное проведение импульса в миелинизированном нервном волокне

Направление распространения импульса (в естественных условиях)





# Послідовність процесів скорочення та розслаблення м'язів

## Сокращение

1. Генерация ПД мотонейроном
2. Высвобождение ацетилхолина в концевой пластинке
3. Связывание ацетилхолина с никотиновыми ацетилхолиновых рецепторов постсинаптической мембраны
4. Увеличение проницаемости постсинаптической мембраны ( мембрана мышечного волокна) в  $Na^+$  и  $K^+$
5. Образование потенциала концевой пластинки
6. Образование ПД мышечного волокна
7. Распространение деполяризации в T - трубочках
8. Высвобождение  $Ca^{2+}$  из терминальных цистерн саркоплазматической сетки и диффузия его в участок актина
9. Связывание  $Ca^{2+}$  из тропонином С , обнажение участков связывания миозина с актином
10. Образование поперечных мостиков миозина с актином и скольжения их , что приводит к сокращению мышцы

## Расслабление

1.  $Ca^{2+}$  возвращается в саркоплазматического сетку
2. Высвобождение  $Ca^{2+}$  , который был связан с тропонином , присоединение тропомиозином к актина
3. Прекращение взаимодействия миозина с актином

# Суммация сокращений и тетанус

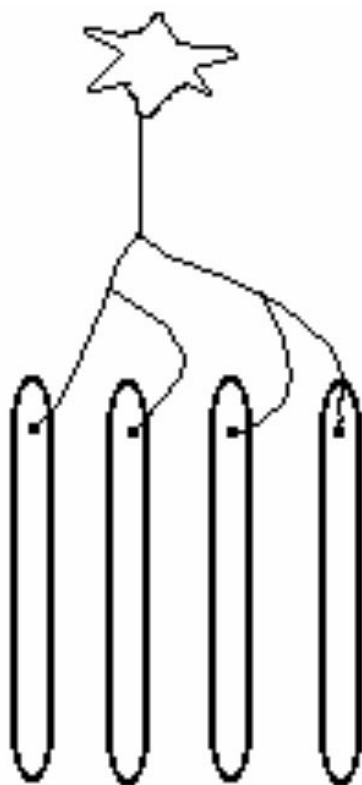
## МЫШЦЫ

**В ответ на одинокий импульс происходит сокращение , по которому наблюдается несколько медленное расслабление .**

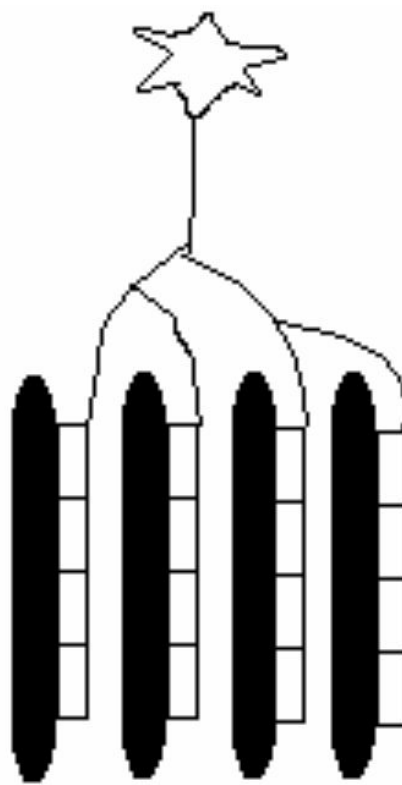
**Одинокие сокращения могут суммироваться , и тогда развивается длительное сокращение мышцы - тетанус .**

**Тетаническое сокращение возникает тогда , когда в мышцы поступает не одинокое раздражение , а их серия . В этом случае волны сокращения накладываются друг на друга. Наложение волн сокращения возможно лишь потому, что рефрактерный период возбудимости мышечного волокна меньше латентный период его сокращения, и поэтому мышечное волокно , не успело еще ответить на предыдущее раздражение , воспринимает следующее. Каждый следующий импульс поступает в момент , когда еще не закончилась волна предыдущего сокращения. В зависимости от частоты импульсации тетанус может быть зубчатым ( неполным ) или сплошным ( гладким , полным )**

# Нейромоторного фазные (а) и тонические (б) единицы



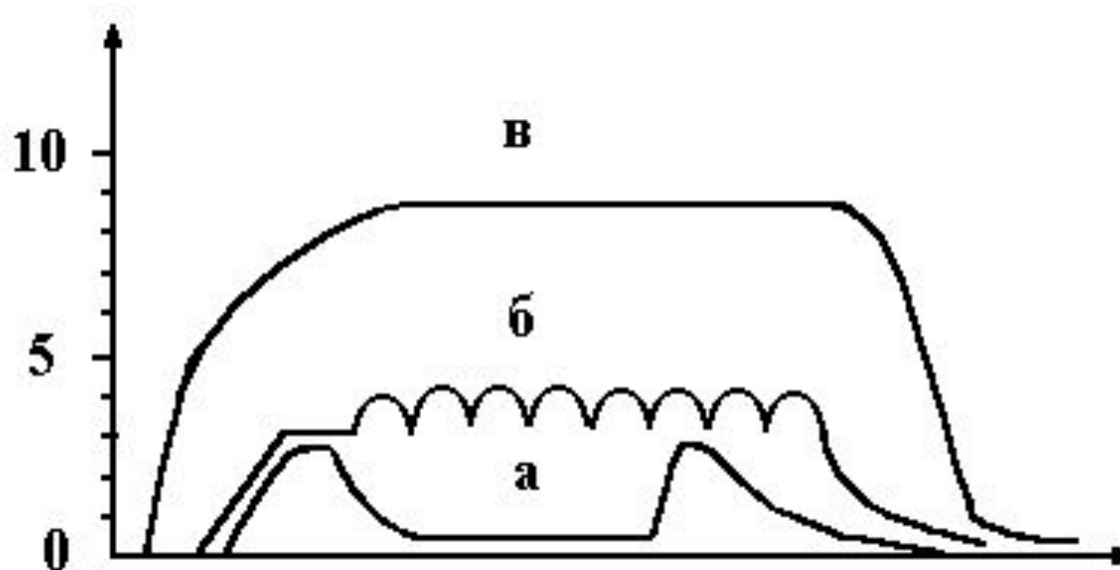
а)



б)

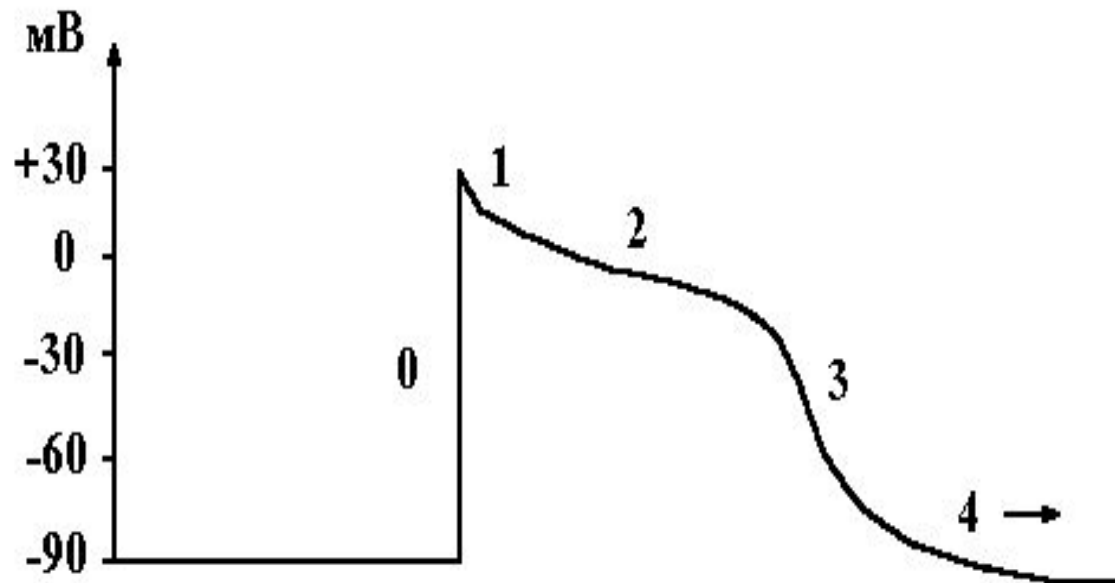
## Одинокие сокращения (а), зубчатый (б) и гладкий (в) тетанус.

Зубчатый тетанус возникает при такой частоте, когда каждый следующий импульс застаёт мышцу в периоде расслабления. Сплошной тетанус наблюдается, когда новая волна сокращения начинается до начала расслабления. В естественных условиях от двигательных нейронов в мышцы поступает серия импульсов. Поэтому тетанический режим для скелетных мышц является физиологическим. Чрезвычайно высокая частота раздражений вызывает снижение силы сокращений мышцы.

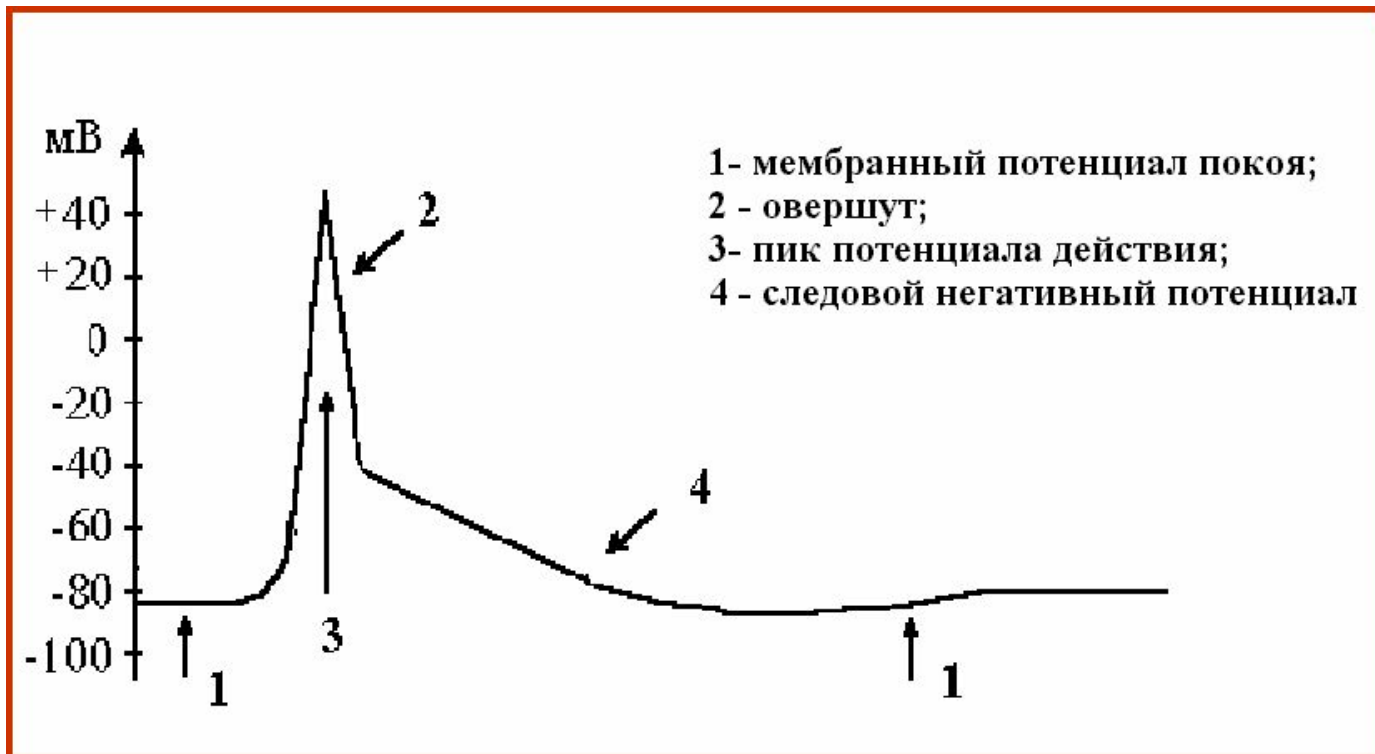


## Быстрый потенциал действия кардиомиоцитов

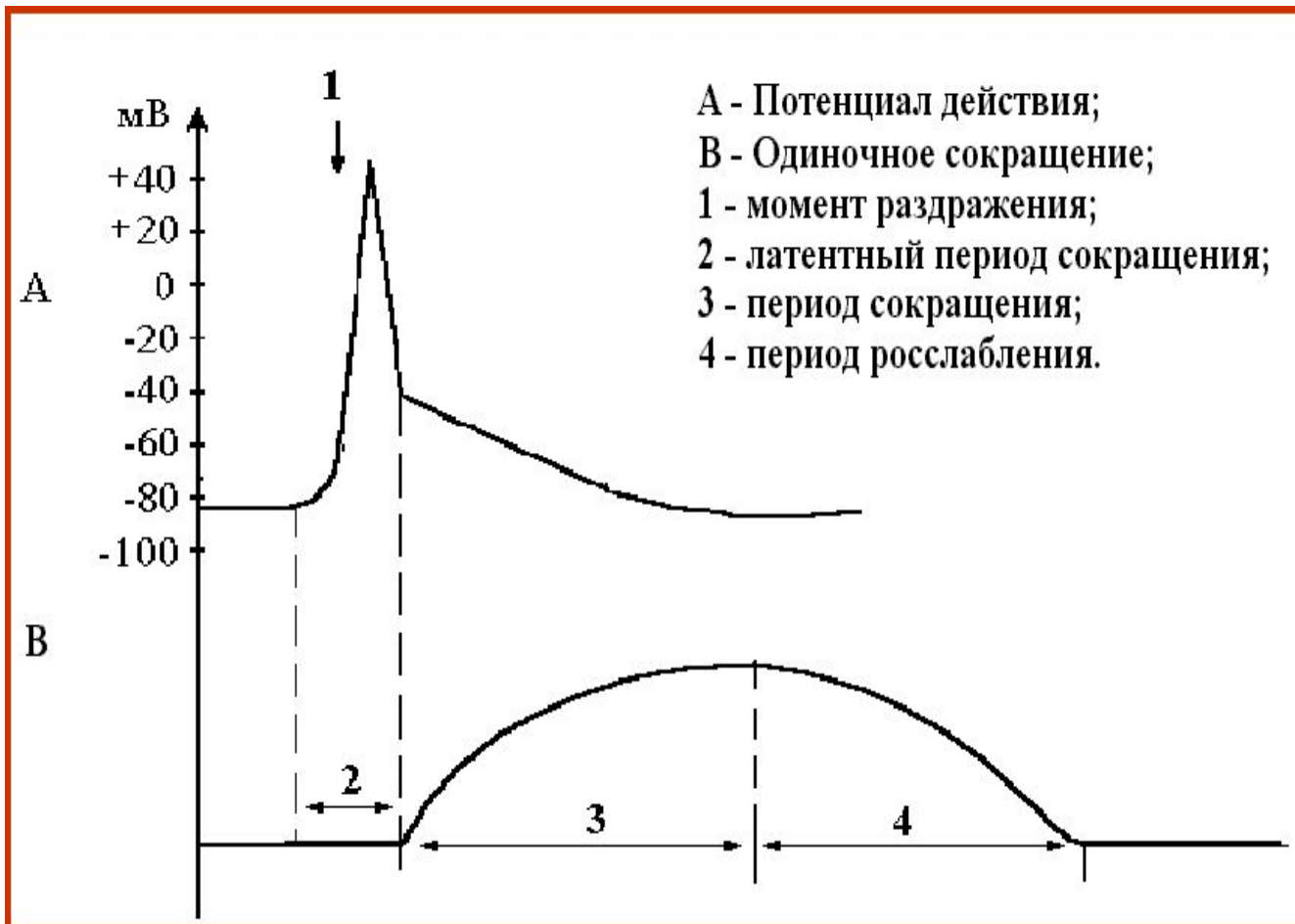
Фаза 0 - быстрый вход  $\text{Na}^+$  в клетку; Фаза 1 - уменьшается проницаемость для  $\text{Na}^+$ , а повышается вход для  $\text{Cl}^-$  и выход  $\text{K}^+$  из клетки; Фаза вторая клетку входит  $\text{Ca}^{2+}$ ; Фаза 3 - уменьшается проницаемость для  $\text{Ca}^{2+}$  и значительно возрастает выход  $\text{K}^+$  из клетки; Фаза 4 - восстановление исходных концентраций ионов в клетке и снаружи. 0 - фаза быстрой деполяризации, 1 - фаза быстрой начальной реполяризации, 2 - фаза медленной реполяризации, 3 - фаза быстрой конечной реполяризации, 4 - фаза покоя



# Потенциал действия фазного мышечного волокна



# Соотношение между возбуждением и сокращением фазного мышечного волокна



# Классификация рецепторов

## 1. По строению и физиологическими свойствами :

- *первичные (первичночувствительные);*
- *вторичные (вторичночувствительные).*

## 2. По расположению:

- *экстерорецепторы - расположены в коже и слизистых оболочках;*
- *интерорецепторы - размещены во внутренних органах (висцерорецепторы) и в структурах опорно-двигательной системы - мышцах, сухожилиях, суставах (проприорецепторы).*

## 3. По виду адекватного раздражителя, который воспринимают рецепторы:

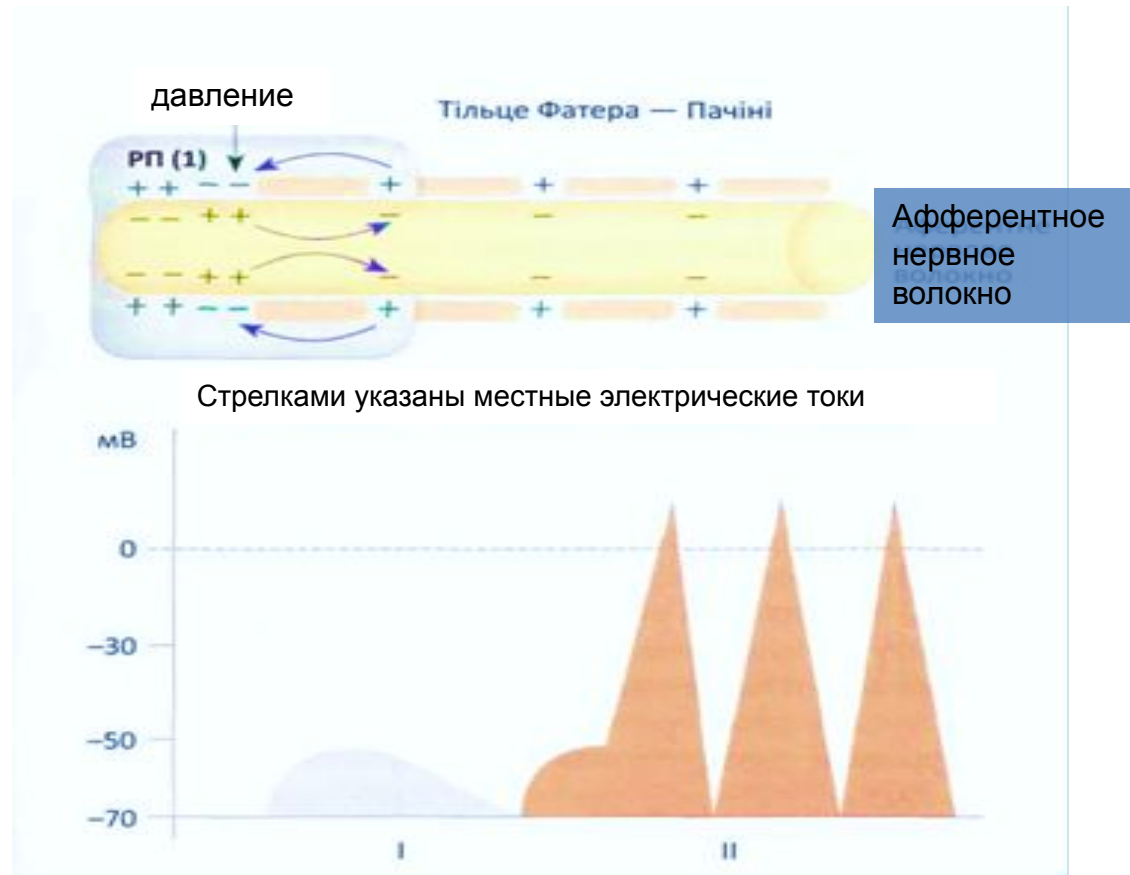
- *механорецепторы: тельца Фатера - Пачіні, мышечные веретена, рецепторы сухожилий и суставов и др.*
- *хеморецепторы: вкусовые, обонятельные и др.*
- *фоторецепторы: палочки, колбочки;*
- *терморецепторы: тепловые, холодовые.*

## 4. За отдаленностью от раздражителя:

- *дистантные (фоно - фоторецепторы);*
- *контактные (тактильные, вкусовые).*



# Механизм возбуждения первичных и вторичных рецепторов



Развитие рецепторного потенциала (I) в тельце Фатера-Пачини и генерация потенциала действия (II) в перехватах Ранвье афферентного нервного волокна

## Понятие о рецепторе, рецепторном участке

Главной частью периферического отдела сенсорных систем является рецепторы - "окна" ЦНС.

**Рецептор** - это специализированная клетка или ее часть, которые воспринимают раздражение и превращают его в код. Такое определение обусловлено тем, что в ряде случаев раздражение воспринимает вся клетка (хемотрецепторы каротидного синуса), в других - только часть - микроворсинки (вкусовые, обонятельные) или свободные нервные окончания (болевые, температурные).

**Функции рецептора** : восприятие раздражения , его первичное различение , формирования кода .

**Кодирование информации** - это преобразование химического или механического раздражения в нервный импульс ( ПД ) . Но в связи с тем , что параметр ПД стандартный (одинаковая амплитуда , длительность и форма) , то различать их можно только по частоте . Специфичность чувственного раздражения передается в виде групп или залпов импульсов , которые отличаются количеством импульсов , их частотой , продолжительностью и интервалами между ними. Особенности рецепторов является , во-первых , то , что источником энергии для их деятельности служит потенциальная энергия, накопленная в них в результате обменных процессов . Во-вторых , они избирательно чувствительны к адекватным раздражителям , т.е. обладают специфичностью. В-третьих , на выходе из них или с рецепторной клетки возникает электрическая активность в виде локального потенциала , который в итоге превращается в потенциал действия ( ПД )

The background is a vibrant, abstract composition. It features a central bright white and yellow light source from which several beams of light radiate outwards, creating a starburst effect. The colors transition from bright yellow and white in the center to deep purple and magenta towards the edges. The overall texture is soft and ethereal, with some blurred, organic shapes that suggest a digital or artistic rendering. The text is centered over this background.

**Спасибо за  
внимание!**