

Лекции по нормальной физиологии

Лектор –
доцент кафедры
нормальной физиологии
Тютюнщикова
Валентина
Дмитриевна



Вводная лекция

ПРЕДМЕТ ФИЗИОЛОГИЯ

Физиология

- – наука о функциях и процессах в организме и механизмах их регуляции,
- обеспечивающих жизнедеятельность при взаимодействии с окружающей средой.

Роль физиологии

- Формирует понимание и дает знания о:
 - - об условиях, необходимых для обеспечения здоровья,
 - способах поддержания уровня здоровья
 - - методах оценки уровня здоровья

Области физиологии

Физиология

```
graph TD; A[Физиология] --> B[Общая]; A --> C[Частная]; A --> D[Сравнительная]; A --> E[Прикладная]; A --> F[Эволюционная];
```

Общая

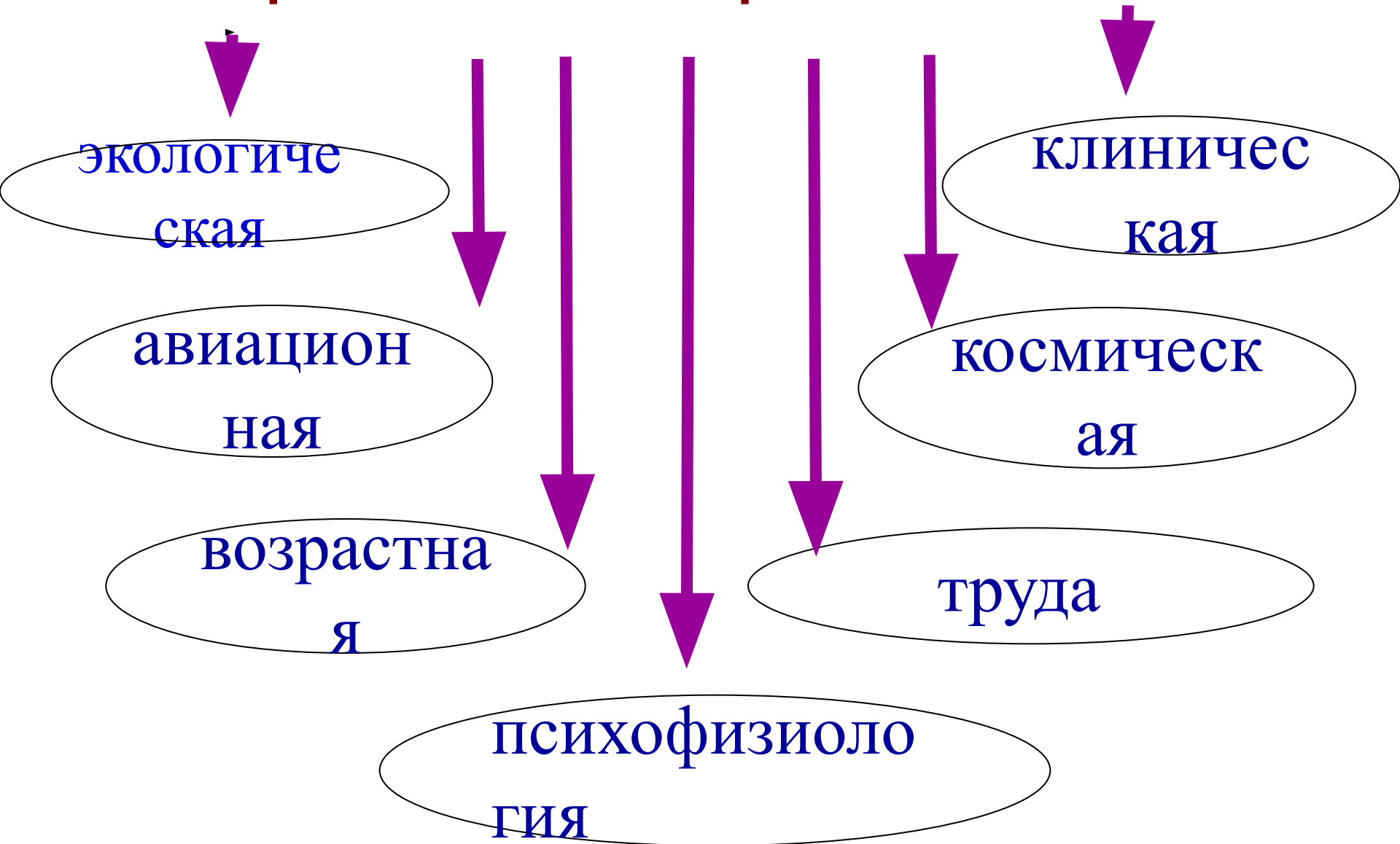
Прикладная

Частная

Эволюционная

Сравнительная

Прикладная физиология



Методы физиологии

эксперименталь

ный

наблюдение

моделирование

Термины физиологии

- **Функция** – специфическая деятельность систем или органа.
- **Процесс** – последовательная смена явлений или состояний в развитии какого-либо действия.
- Или совокупность последовательных действий, направленных на достижение определенного результата.

- **Система в физиологии** – совокупность органов или тканей, связанных общей функцией.
- **Норма** – это пределы оптимального функционирования живой системы.

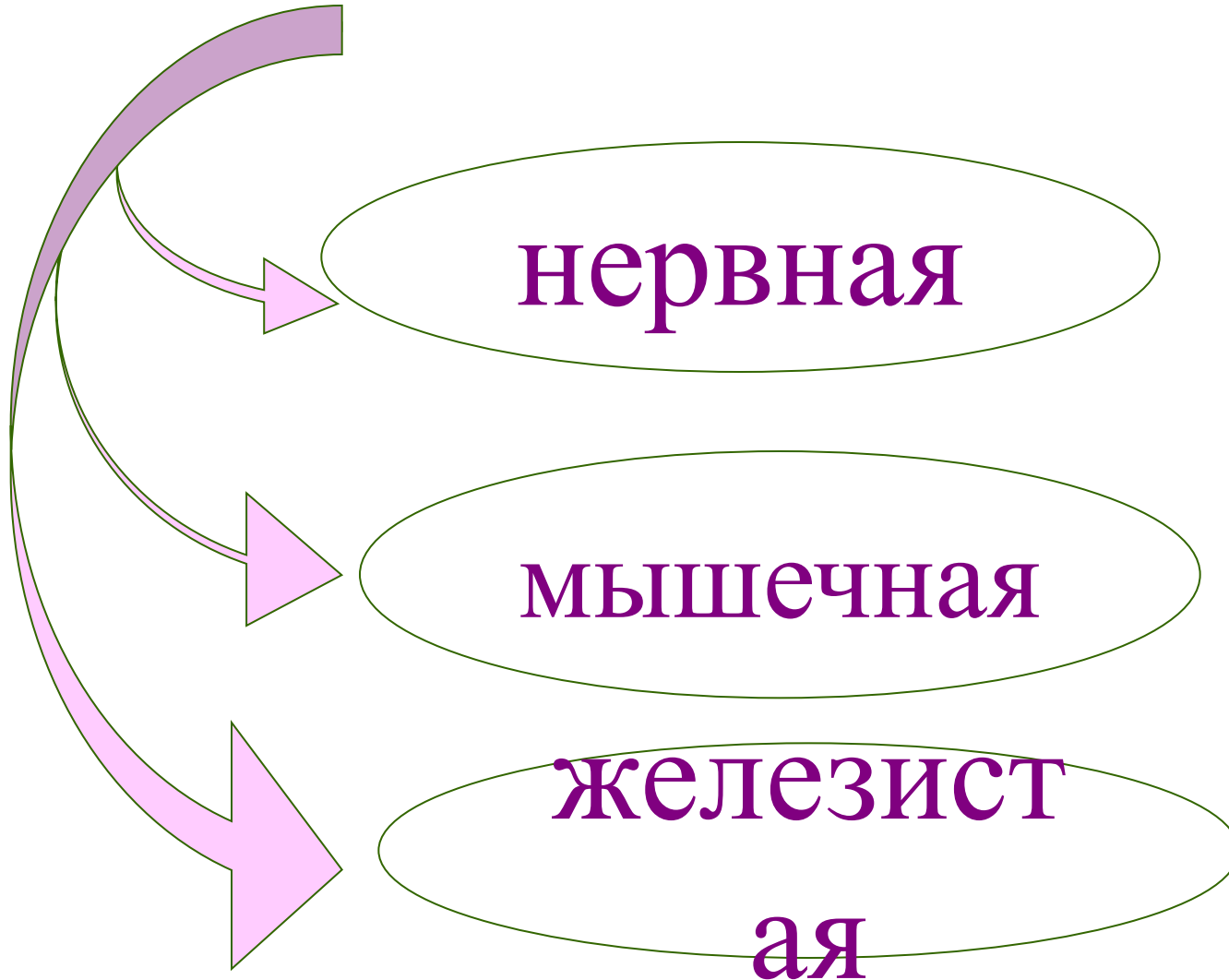
Раздел «Общая физиология возбудимых тканей»

Кодирование информации в организме

Экзаменационный вопрос:

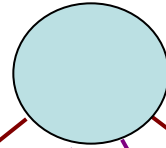
Физиологические свойства тканей
как основа их деятельного состояния
(понятие, критерии оценки,
последствия изменений).

Возбудимые ткани



- Возбудимые ткани способны реагировать на раздражение генерацией потенциала действия.

Свойства возбудимых тканей



Возбудимость

Проводимость

Сократимость

(Для мышечной)

Автоматия

(Для сердечной, гладкой
мышц, некоторых нейронов)

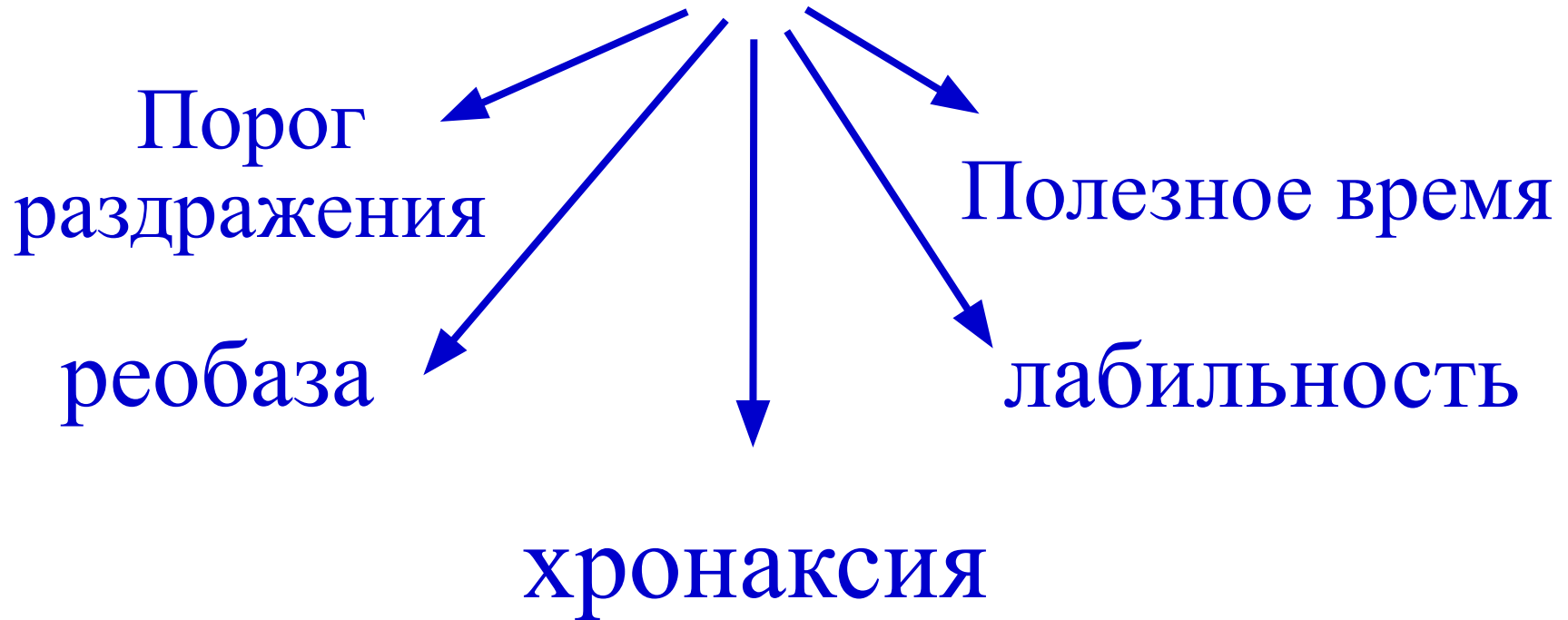
ХАРАКТЕРИСТИКА СВОЙСТВ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

Возбудимость

—способность отвечать на раздражение генерацией потенциала действия.

Критерии возбудимости

•и их характеристика



ПРОВОДИМОСТЬ

- способность ткани проводить возбуждение от места возникновения к другим участкам или структурам.
- **Критерии проводимости**
 - скорость распространения возбуждения .

СОКРАТИМОСТЬ

- способность ткани менять геометрию.
- **Критерии сократимости**
 - изменение длины или тонуса мышцы.

АВТОМАТИЯ

- Способность ткани самопроизвольно возбуждаться без внешних раздражителей.
- **Критерии автоматии** – частота спонтанных возбуждений.

Последствия изменения физиологических свойств клеток возбудимой ткани

1.
Изменение →
возбудимости

Изменяется характер
ответа
на прежние по силе
раздражители.

Может появиться ответ на
ранее подпороговые
раздражители.

2.

Изменение
проводимости →

Нарушается
распространение
возбуждения в нейронных
сетях, рефлекторных дугах,
от одной части органа к
другой.

3.

Изменение →
сократимости

Нарушение позы,
движений, моторной
активности
гладкомышечных
внутренних органов.

4.

Изменение →
автоматии

Нарушение работы
сердца,
моторной активности
гладкомышечных
внутренних органов.

Биоэлектрические явления в возбудимых тканях

- Развиваются на мембране клеток.

- Представлены

потенциалом покоя (ПП)

и потенциалом действия

(ПД).

- Теория, объясняющая существование биоэлектрических явлений в организме называется **мембранно-ионной.**

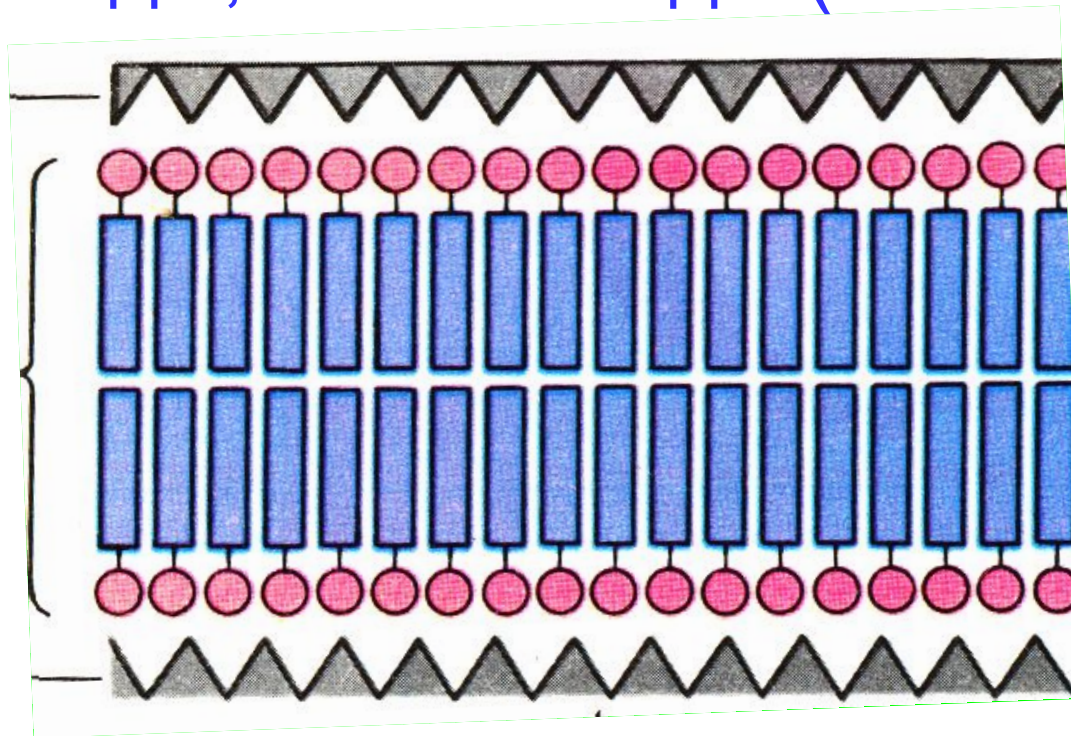
Строение мембраны

Гликопротеиды, гликолипиды (гликокаликс)

Наружный слой
мембраны

Бислой
липидов

Внутренний
слой мембраны



6-10 нм

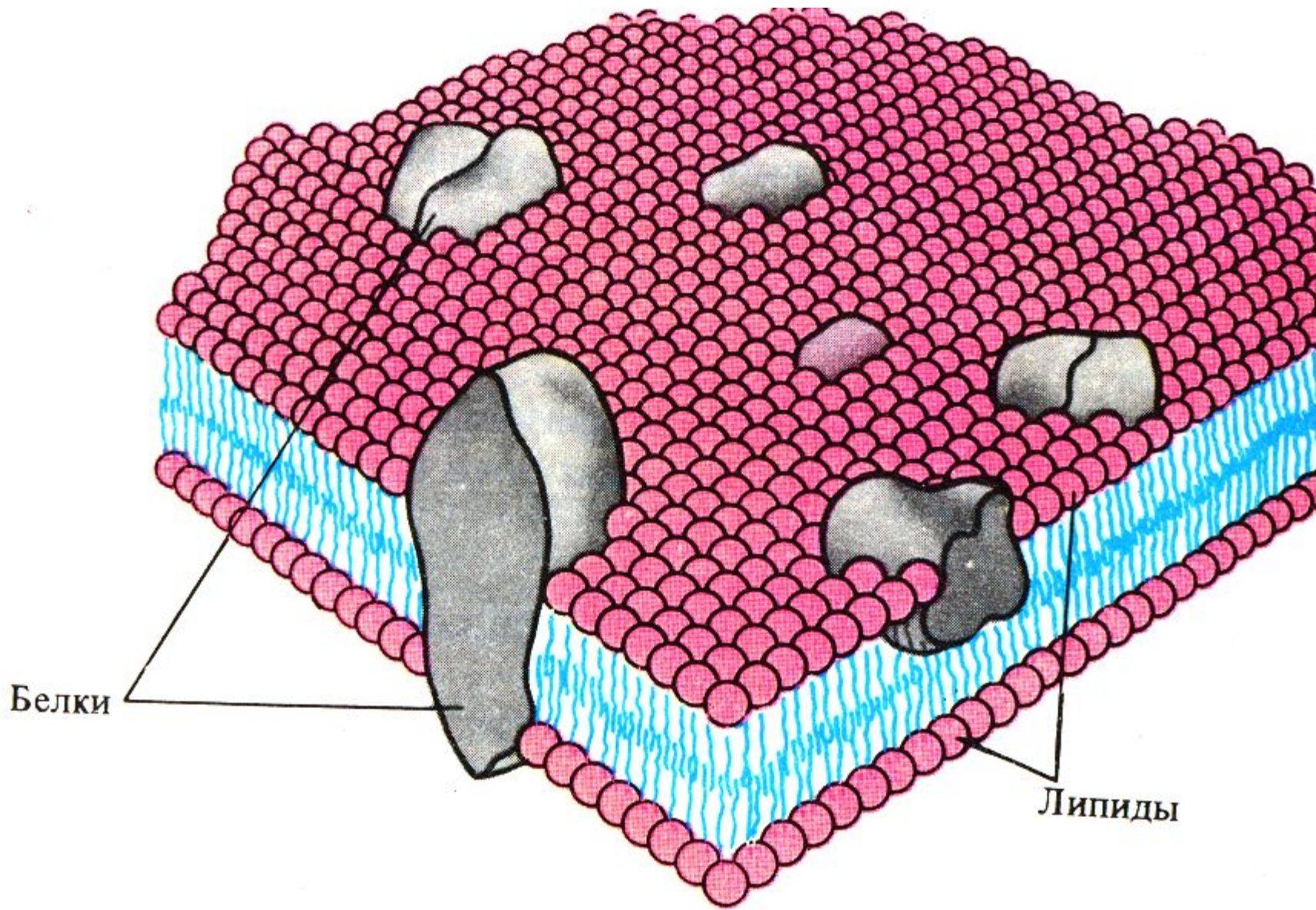
● → гидрофильные участки молекул
фосфолипидов

▬ → гидрофобные участки

- Липидов около 40%,
плотно упакованы. Не
пропускают воду.

- Белков около 60 %.
- 1) частично погружены в слой липидов с наружной или внутренней стороны мембраны;
- 2) пронизывают мембрану (ионные переносчики и каналы)

Мозаичное строение мембраны



Роль мембраны

1. Барьерная функция

- связана с наличием бислоя липидов, поэтому
- проницаема для
- жирорастворимых молекул и непроницаема для ионов.

2.Рецепторная функция.

- На мембране есть рецепторы к химическим веществам.
- Взаимодействие данного вещества с рецептором открывает
- хемочувствительные ионные каналы
- и возникает ответ клетки на информацию, переданную гуморальным путем.

3. Транспортная функция мембраны

- связана с работой белковых каналов.
- Каналы могут быть в открытом и закрытом состоянии.
- Открытие каналов приводит к перемещению ионов из клетки или в клетку.

Виды ионных каналов.

- А. По способу открытия различают хемочувствительные и потенциалзависимые;
- Б. По скорости открытия и закрытия – быстрые и медленные

Виды транспорта ионов через мембрану

- Первичный активный транспорт (активный транспорт)
- обеспечивается специальными ионными насосами, осуществляется за счет гидролиза АТФ, является энергозависимым процессом

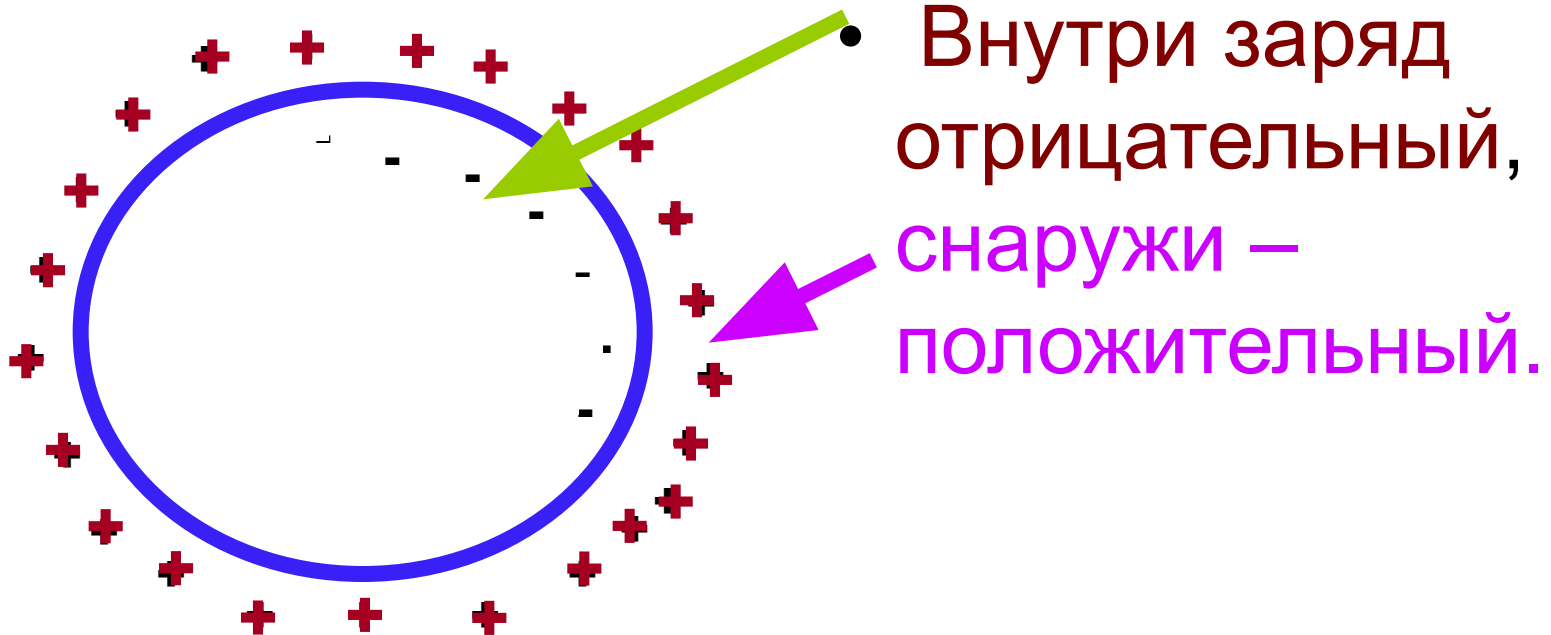
Вторичный активный транспорт

- (пассивный транспорт).
- Использует энергию потока ионов по градиенту концентрации (из большей в меньшую).

ПОТЕНЦИАЛ ПОКОЯ И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКА

**величина, происхождение,
колебания, механизм поддержания**

ПП - это разность потенциалов между наружной и внутренней сторонами мембраны.



Величина потенциала покоя

Вид клетки	Величина ПП (мВ)
Скелетные мышцы	- 60 – 90
нейрон	- 50 – 80
кардиомиоцит	- 85 – 95
Железистая клетка	- 30
Гладкомышечные клетки с автоматией	-30 – 50
Без автоматии	-50 – 70

Происхождение потенциала покоя (мембранно-ионная теория)

- 1. Роль мембраны.
- В покое открыты каналы для К и закрыты практически все каналы для Na, т.е. мембрана избирательно проницаема.
- 2. Роль ионов.
- В клетке существуют ионные градиенты:
- **Внутри** клетки катионов К в 30 – 50 раз больше, чем снаружи.
- **Снаружи** клетки больше, чем внутри: Na^+ в 10-20 раз. Cl^- в 30 раз, Ca^{2+} в 20000 раз.

- Органические анионы представлены заряженными белками и аминокислотами и присутствуют только внутри клетки.

Ионный механизм возникновения ПП

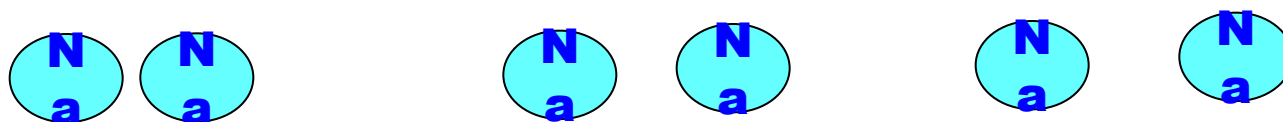
- Ионы K^+ по градиенту концентраций, непрерывно выходят из клетки и создают «+» заряд наружной стороны мембраны клетки.
- Внутри остаются крупные органические анионы и создают «-» заряд внутренней стороны мембраны.

Но мембрана несколько
проницаема для Na:

- Na идет внутрь и снижает разность потенциалов, создаваемую выходящим K.

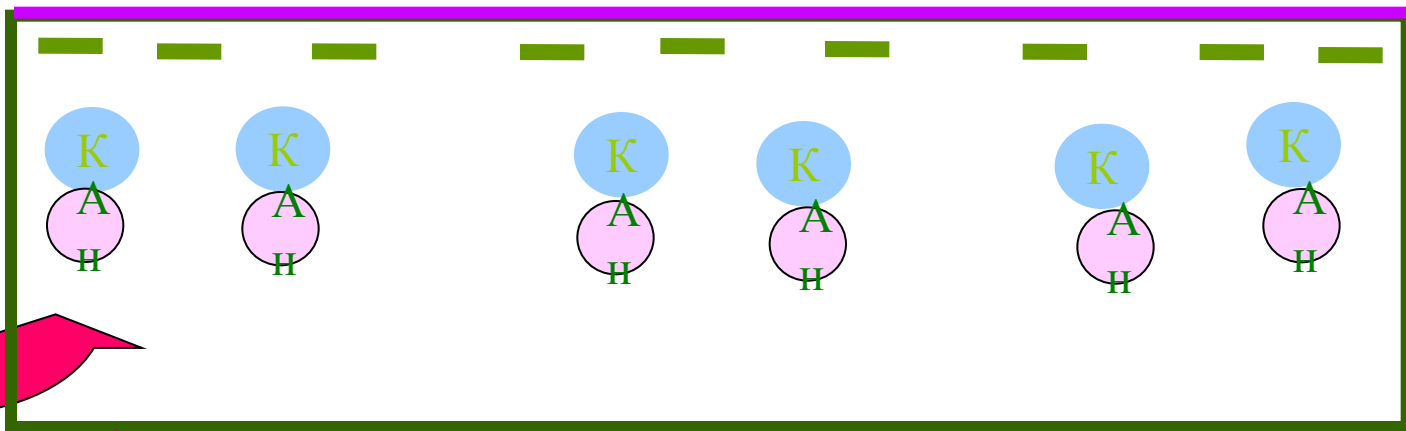
Поляризация мембраны за счет
движения
катионов калия

Наружная среда клетки



+ + + + + + + + +

Мембрана



Внутренняя
Среда
клетки



Клетка



К – Na насос первичный активный транспорт

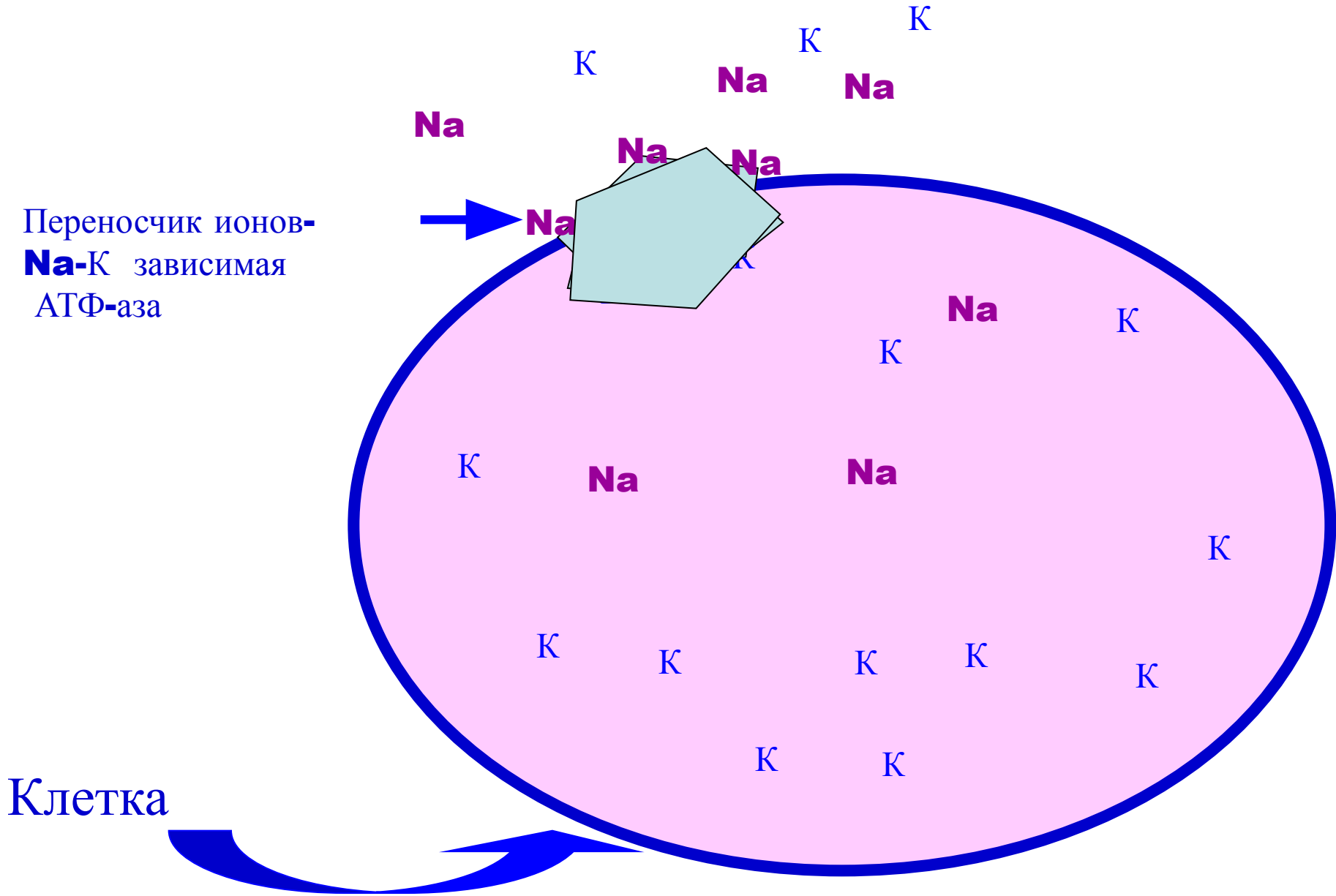
Система, обеспечивающая с помощью переносчиков **энергозависимый транспорт ионов** через мембрану против концентрационного градиента (из меньшей в большую).

- Ионный насос поддерживает концентрационный градиент K^+ и Na^+ :
- т.е. высокую концентрацию K и низкую Na внутри клетки.

Переносчиком для Na и K является
Na – K зависимая АТФ – аза.

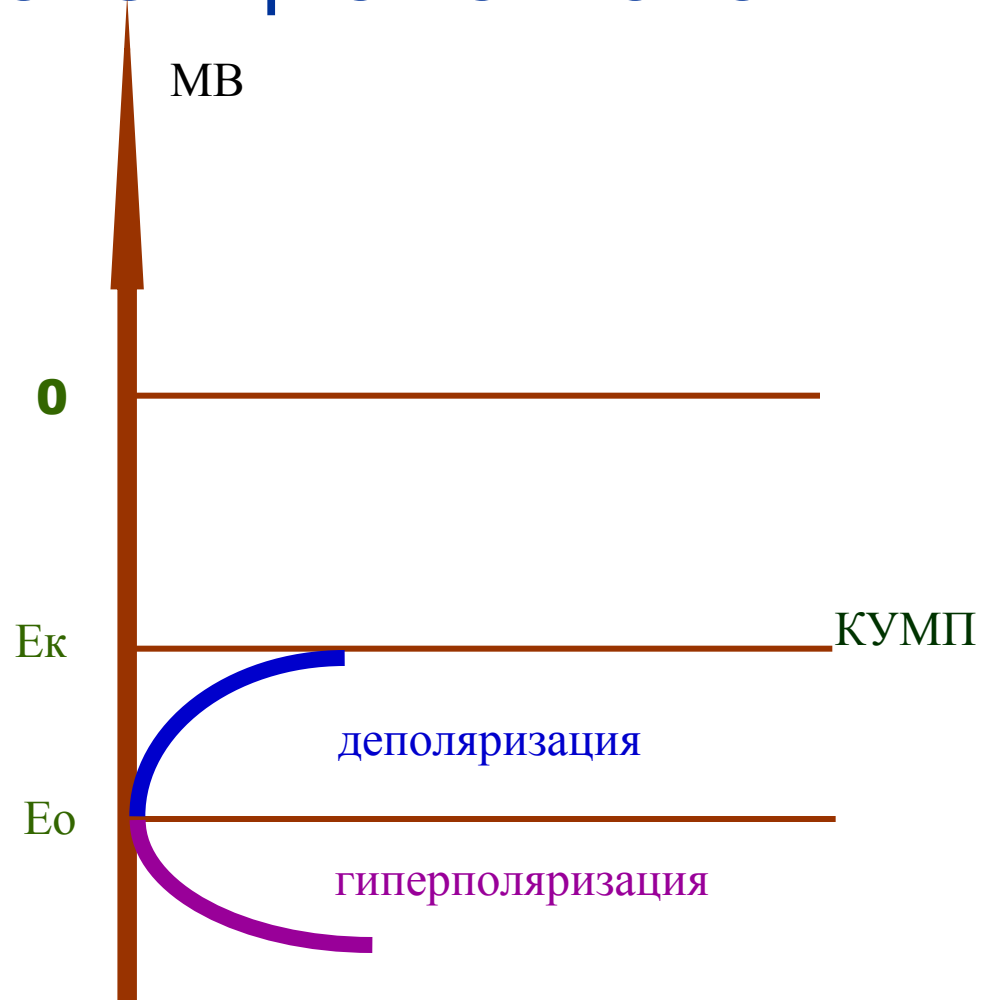
- Виды ионных насосов:
- **Электрогенный:** из клетки удаляется 3 иона Na, в клетку возвращается 2 иона K. При этом увеличивается внутренняя отрицательность.
- **Электронейтральный:** переносит эквивалентное количество ионов, заряд мембраны при этом не меняется.

Модель работы ионного Na - K насоса



Изменения потенциала покоя

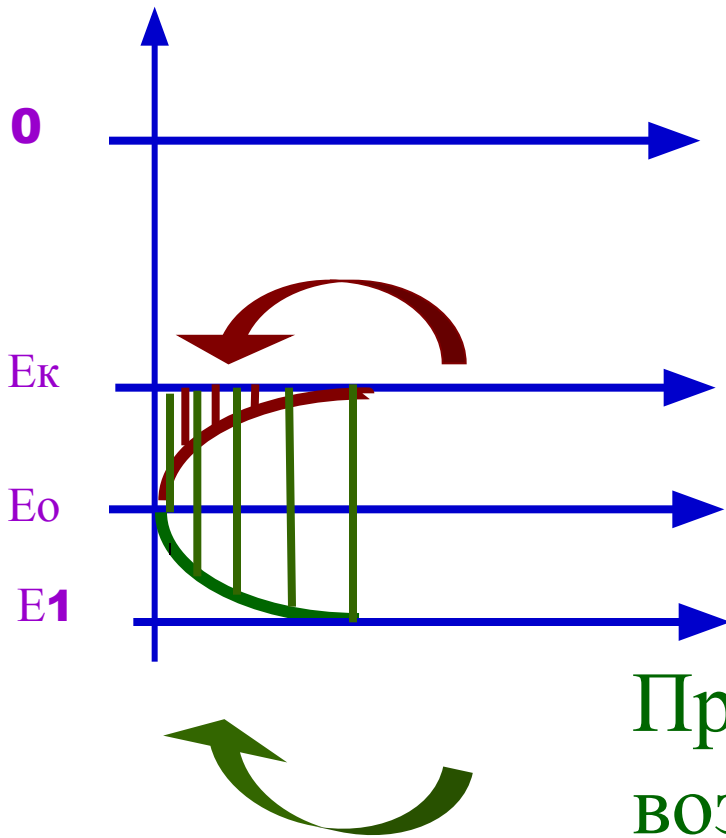
- Снижение внутренней отрицательности – деполяризация;
- повышение – гиперполяризация.
- **Критический уровень мембранного потенциала (КУМП)** – значение ПП, при достижении которого открываются потенциалзависимые каналы для натрия и возникает ПД.



Зависимость возбудимости от величины потенциала покоя

Величина порога раздражения,
следовательно и возбудимость
зависит от разности ($E_0 - E_k$)

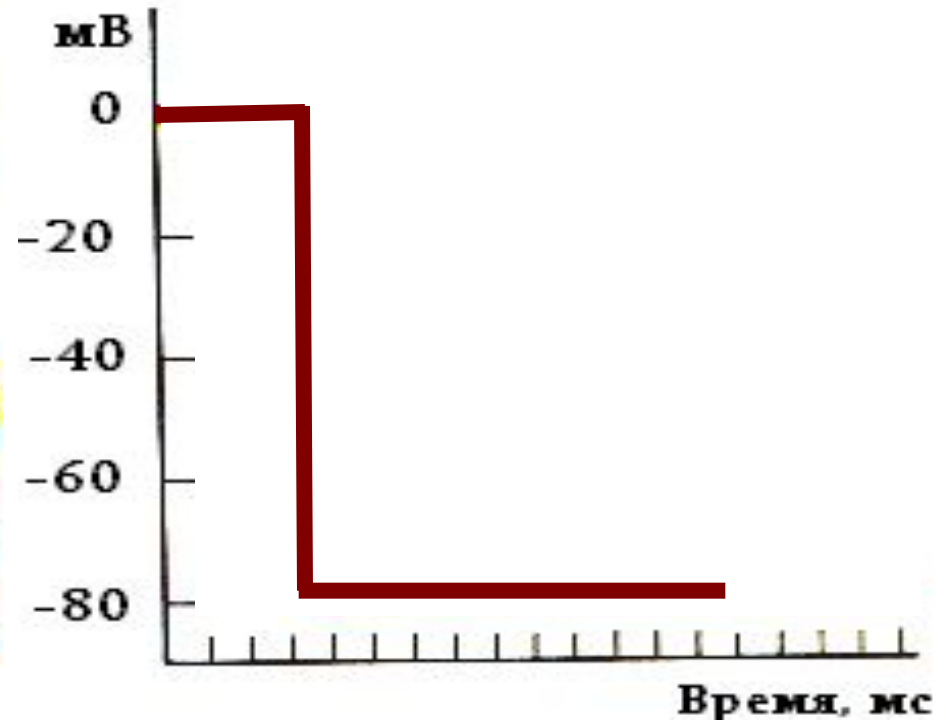
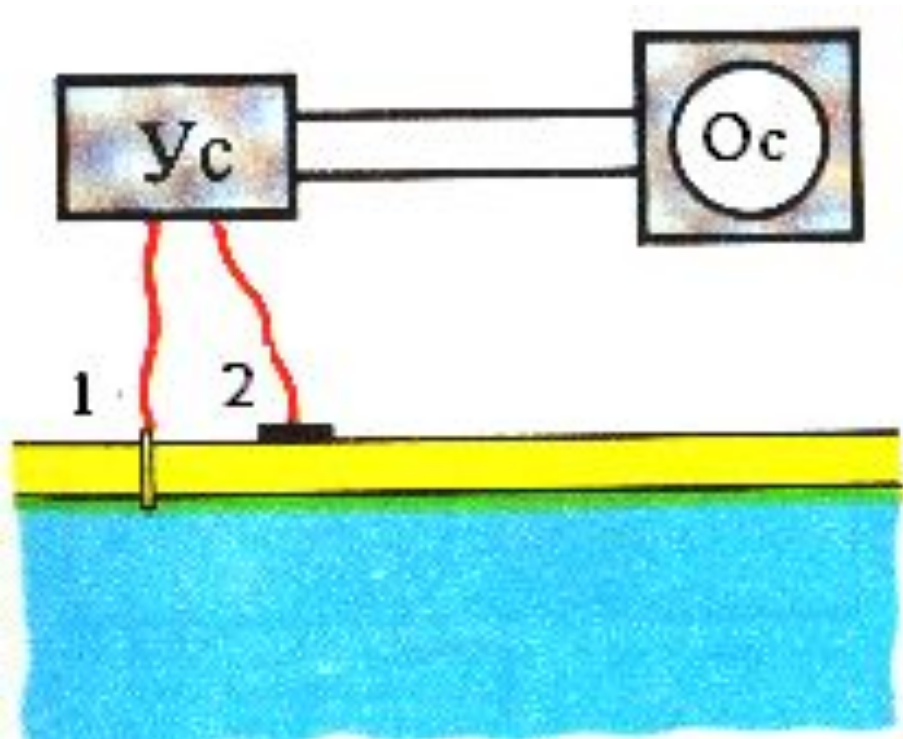
При деполяризации
возбудимость
повышается
(уменьшение разности
 $E_0 - E_k$)



При гиперполяризации –
возбудимость снижается
(увеличение разности $E_0 - E_k$)

- Схема установки для регистрации ПП
- 1-электрод внутри волокна
- 2-поверхностный электрод
- Ус – усилитель
- Ос - осциллограф

- Изображение мембранного потенциала на экране осциллографа

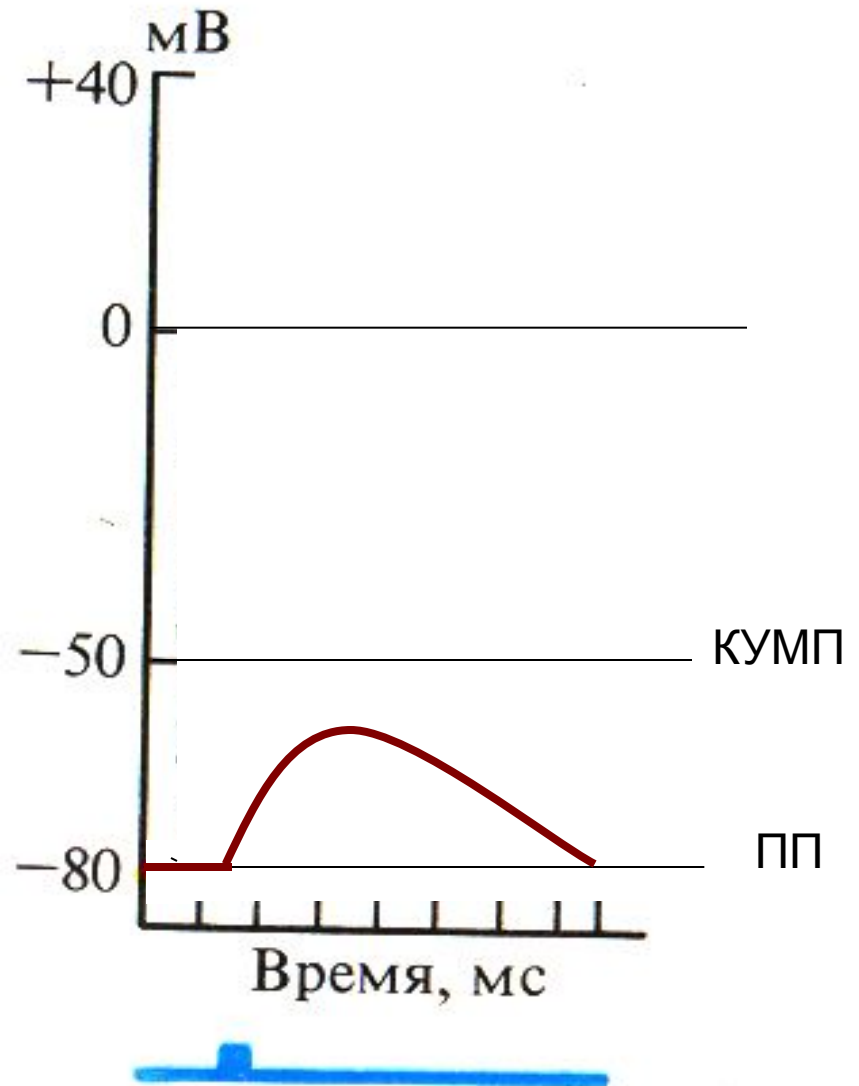


Виды ответов возбудимой ткани на различные по силе раздражения

1. Локальный ответ
2. Потенциал действия

Локальный ответ (ЛО)

- Возникает в локальном участке при действии химических или электрических стимулов силой 30 – 90% от пороговой силы раздражения.
- Происходит открытие каналов для Na (иногда Ca). Возникает деполяризация мембраны, которая быстро сменяется реполяризацией, не достигнув КУМП.



Свойства локального ответа (ЛО)



Не распространяется

Зависит от силы раздражения

Способен к суммации

Является предфазой ПД

ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ (ПД)

ФАЗЫ, ИОННЫЙ МЕХАНИЗМ

Потенциал действия -

- это быстрые колебания ПП под влиянием порогового или сверхпорогового раздражения.

Условия возникновения ПД :

- пороговая сила раздражения
- достаточная длительность раздражения
- достаточная скорость нарастания раздражения.

Ионный механизм ПД

- Под влиянием порогового раздражения в мембране клетки открываются хемочувствительные каналы для Na^+ .
- Медленный ток Na^+ внутрь клетки снижает ПП до КУМП.

- С этого момента в мембране открываются быстрые потенциалзависимые каналы для Na^+ и Na^+ лавиной входит внутрь клетки.
- Внутренняя отрицательность снижается до 0, а затем возникает перезарядка мембраны (внутри +, снаружи-).

- Происходит
деполяризация мембраны

- При достижении величины перезарядки +10 - +40 мВ (в зависимости от вида клеток)
- каналы для натрия закрываются (происходит натриевая инактивация)
- и начинается фаза реполяризации.

Следовые потенциалы

- Следовая деполяризация связана с инерционностью закрытия натриевых каналов.
- Следовая гиперполяризация - с работой электрогенного ионного насоса.

Элементы ПД

Заряд внутренней стороны
мембраны клетки

мВ

0

E_k

E_0

Овершут

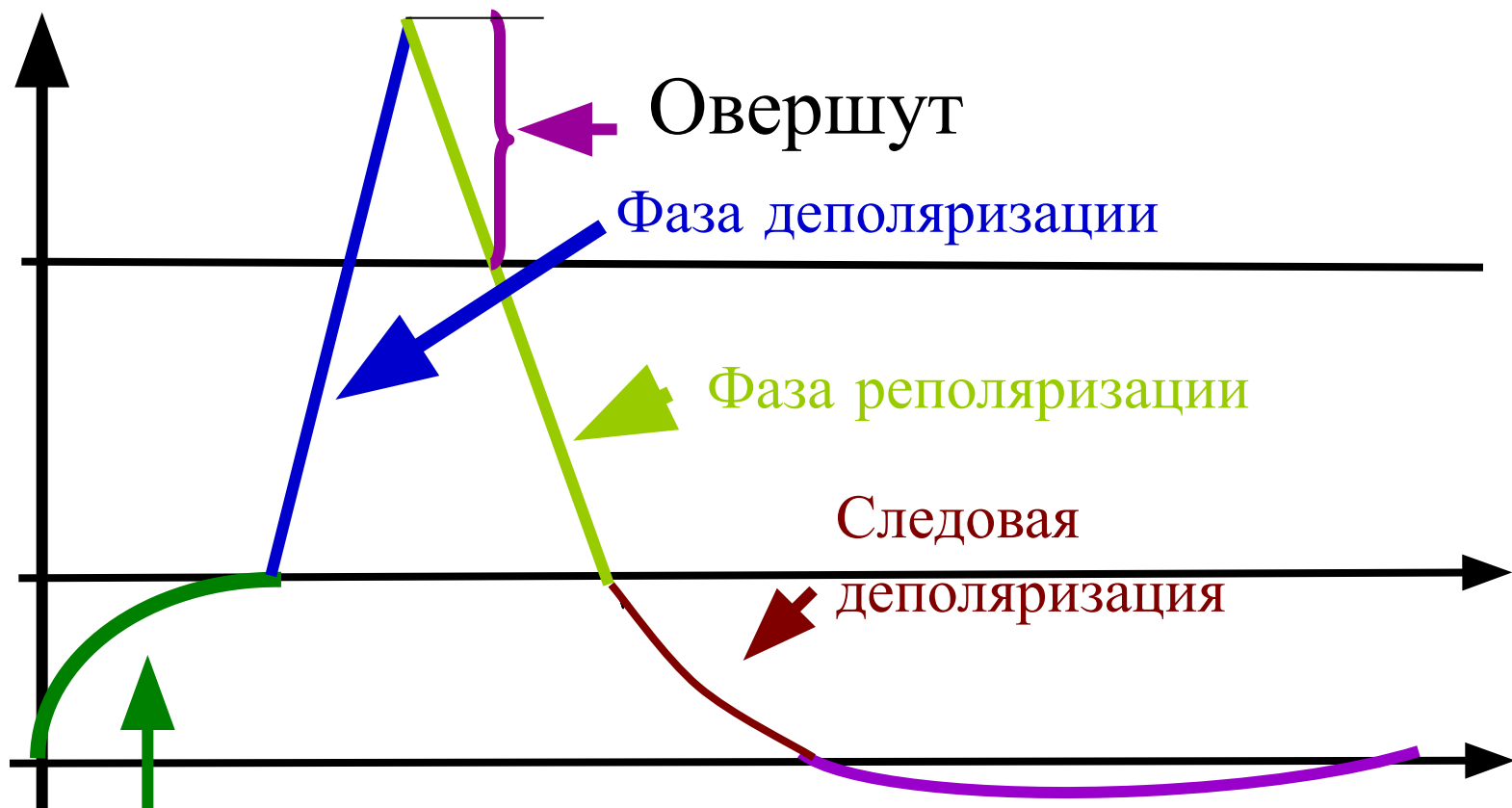
Фаза деполяризации

Фаза реполяризации

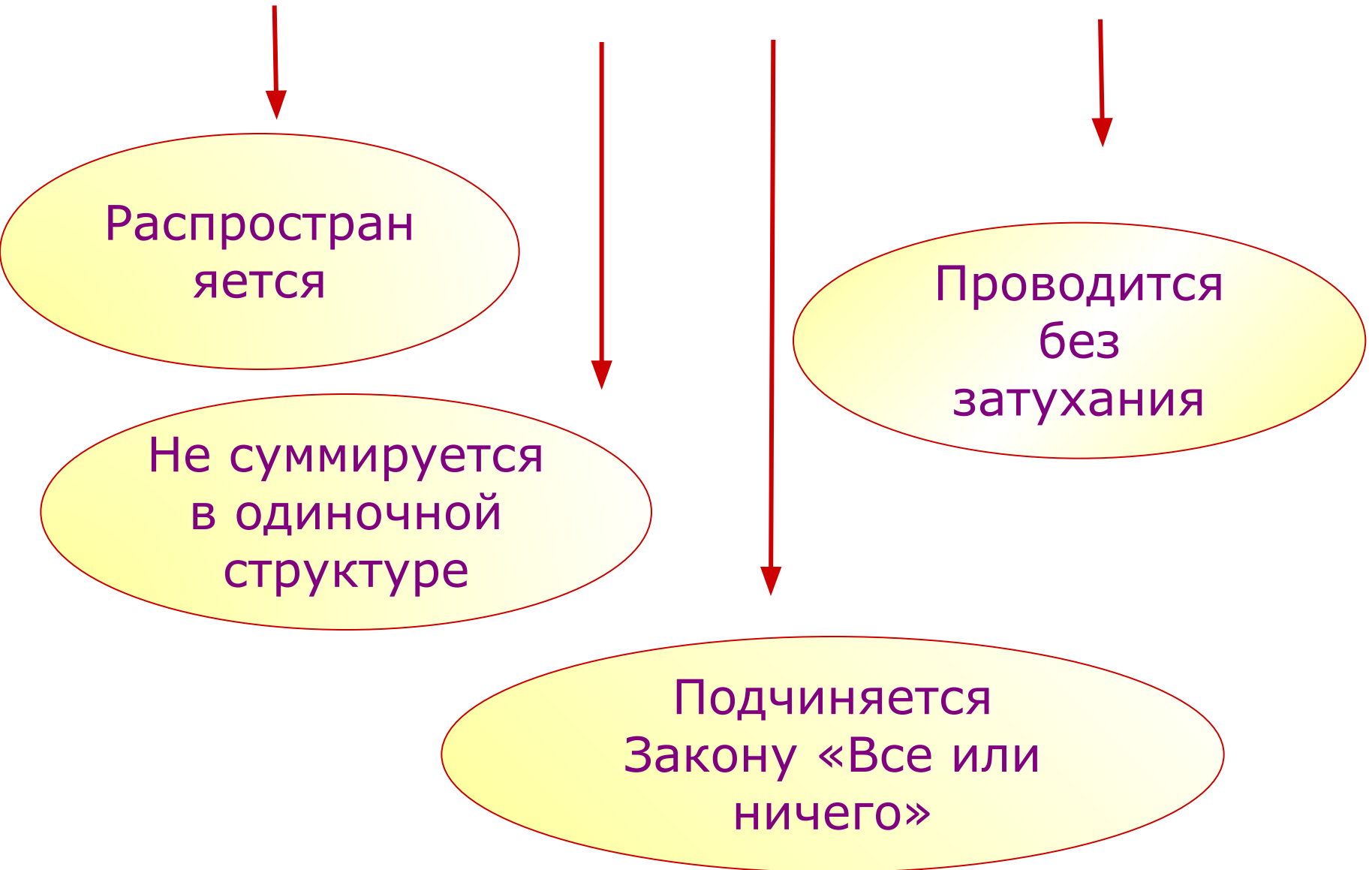
Следовая
деполяризация

Локальный ответ

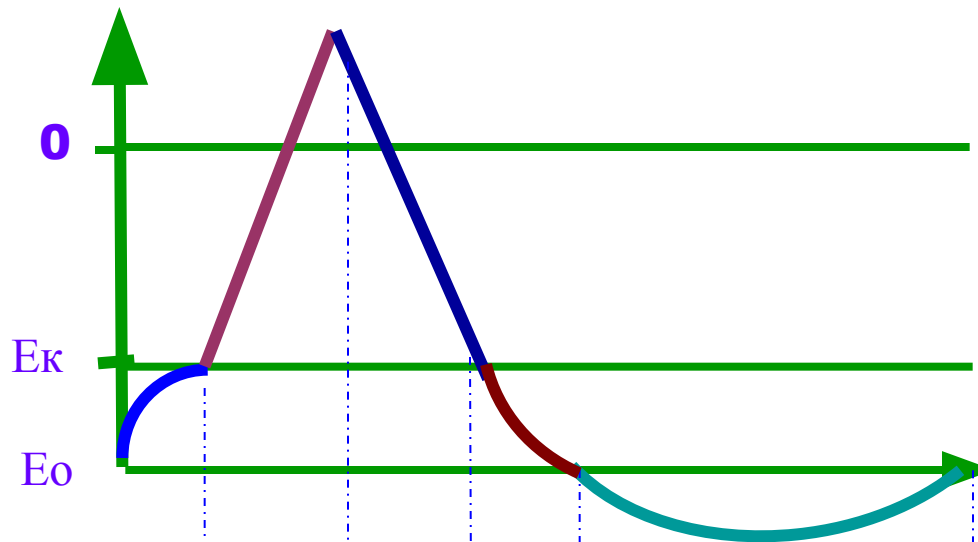
Следовая
гиперполяризация



Свойства потенциала действия

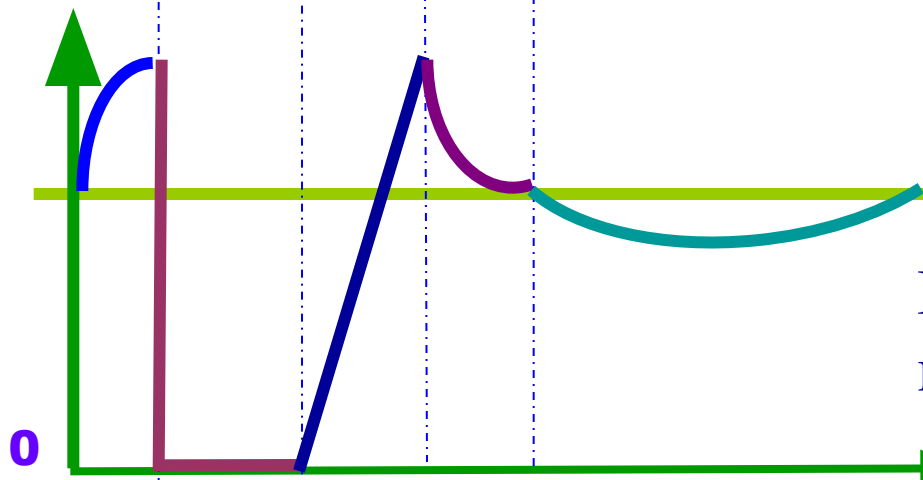


Изменение возбудимости при возбуждении



возбудимость

Исходный
уровень

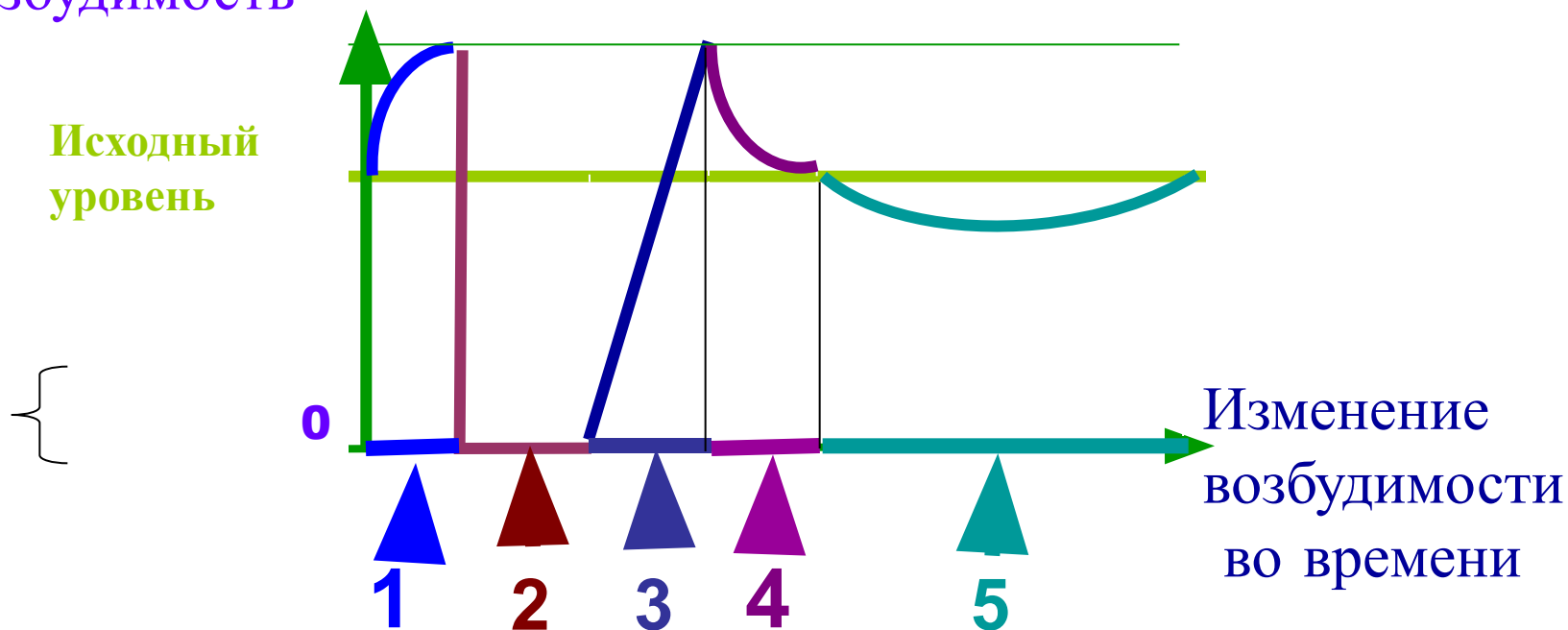


Изменение
возбудимости
во времени

Фазы возбудимости

- 1 – Фаза повышенной возбудимости
- 2 – Фаза абсолютной рефрактерности
- 3 – Фаза относительной рефрактерности
- 4 – Фаза супернормальной возбудимости
- 5 – Фаза субнормальной возбудимости

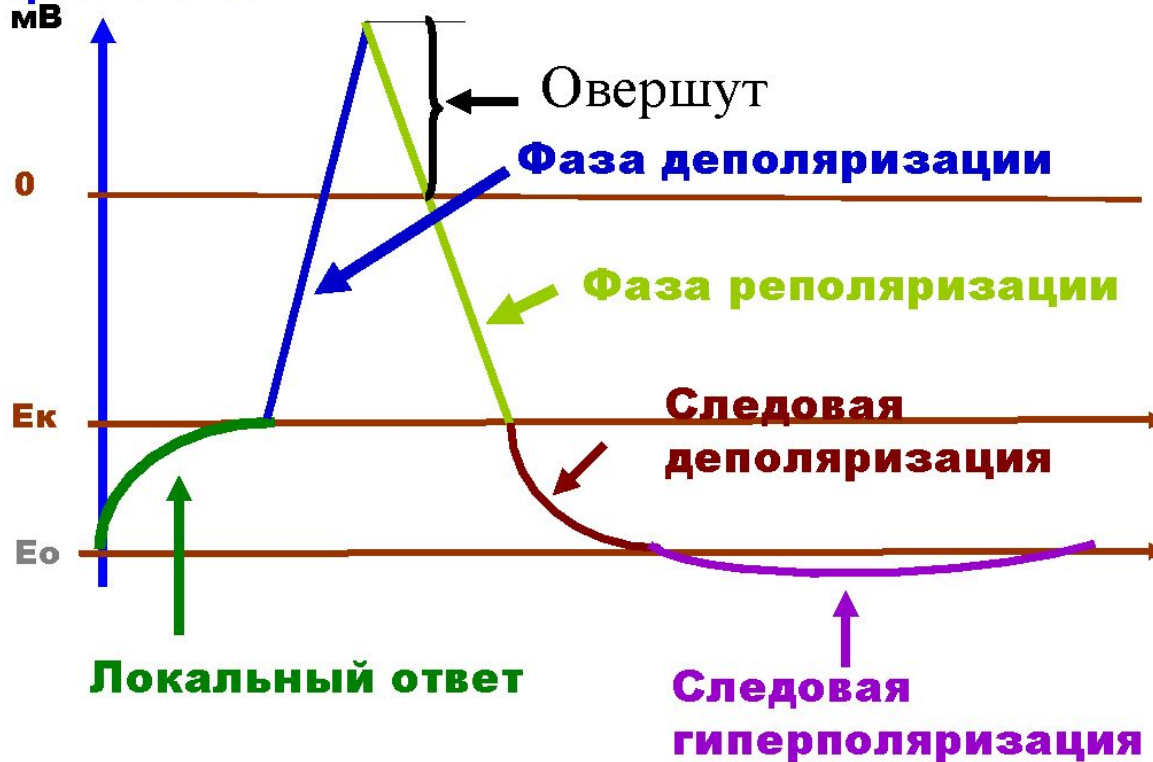
возбудимость



Формы ПД

- Пикообразный

Заряд внутренней стороны
мембраны клетки



Платообразный ПД кардиомиоцита желудочков

