

# Общие закономерности физиологии и ее основные понятия

Калиман Николай Александрович

# Основные функциональные характеристики возбудимых тканей

Действие внешней среды



Биологические системы (все!!!)



Изменение физико-химических свойств



Проявление **определенной специфической** для данной живой системы функции



**Раздражимость**



**Возбудимость**

Возбудимая ткань



**Торможение** – активная задержка процесса возбуждения.

# Возбудимые ткани

Нервная

Мышечная

Сократимость

В ответ на воздействие внешней среды переходят из состояния **покоя** в состояние **возбуждения** (генерация нервного импульса, сокращение мышечного волокна и др.)

Возбудимые ткани способны распространять возникшее возбуждение, например, по поверхности мембран мышечных клеток или по нервным волокнам нейронов

Проводимость

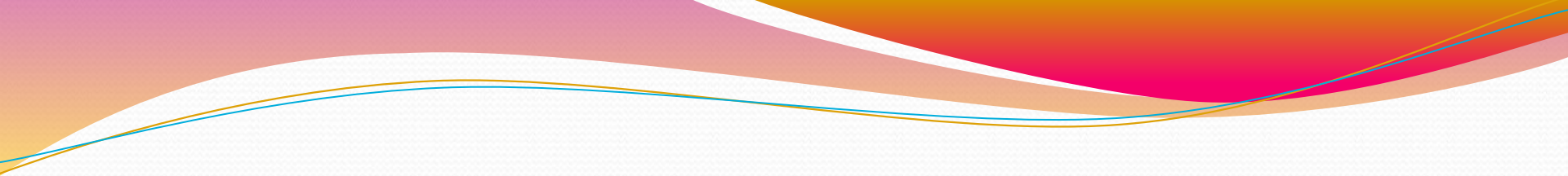
# Понятие о раздражении и раздражителях

Раздражители (по биологической значимости):

- Адекватные, к которым живая ткань приспособилась в процессе эволюции.
- Неадекватные, которые не являются источником возбуждения живой ткани.

Раздражители (по силе действия):

- Подпороговые
- Пороговые
- Субмаксимальные
- Максимальные: максимальный ответ возбудимой ткани
- Супермаксимальные

- 
- Порог возбуждения: минимальная сила раздражителя, необходимая для возникновения возбуждения нервной или мышечной ткани.

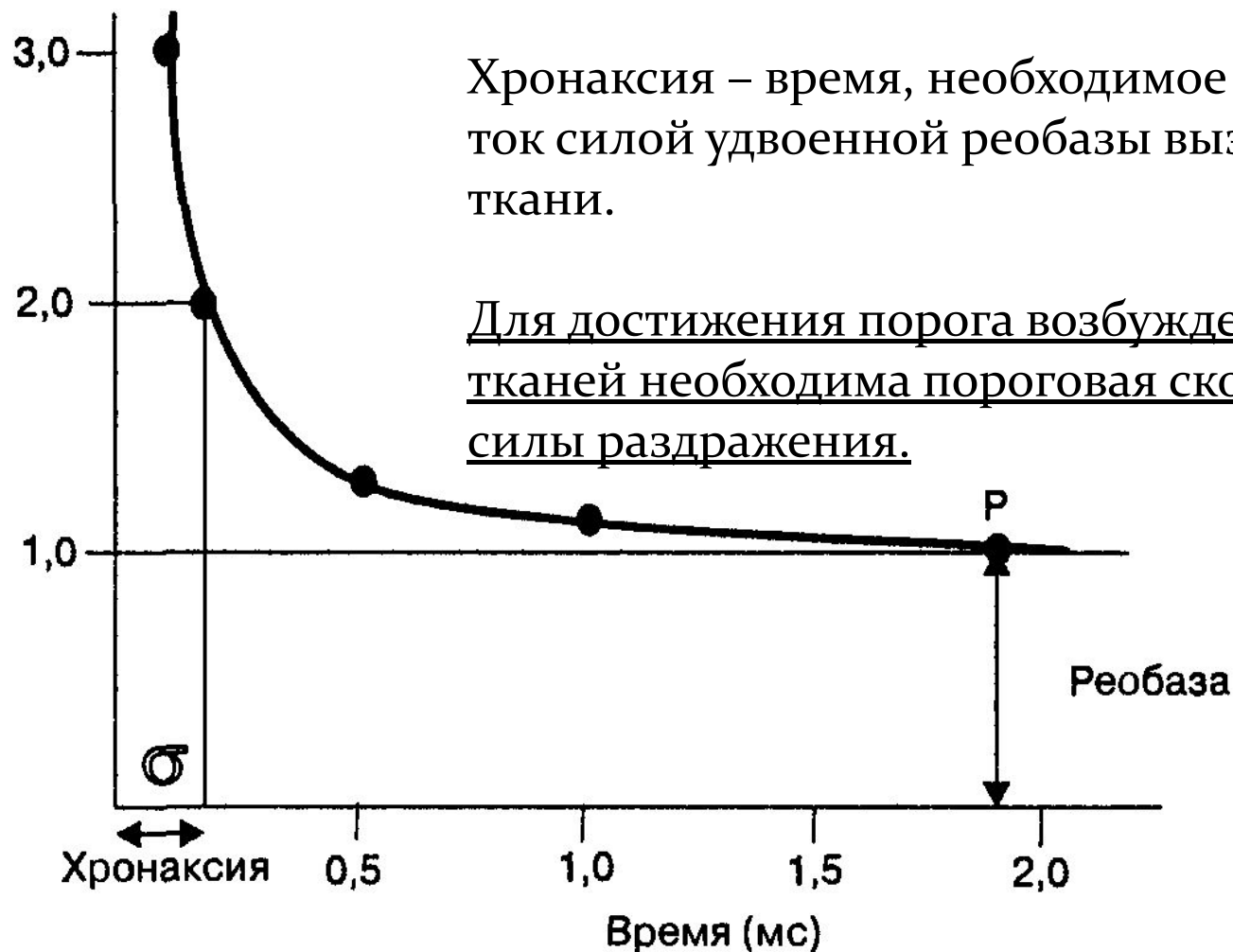
# Кривая сила-длительность

Сила  
раздражения

Реобаза – сила тока, которая вызывает возбуждение.

Хронаксия – время, необходимое для того. Чтобы ток силой удвоенной реобазы вызвал возбуждение ткани.

Для достижения порога возбуждения возбудимых тканей необходима пороговая скорость нарастания силы раздражения.

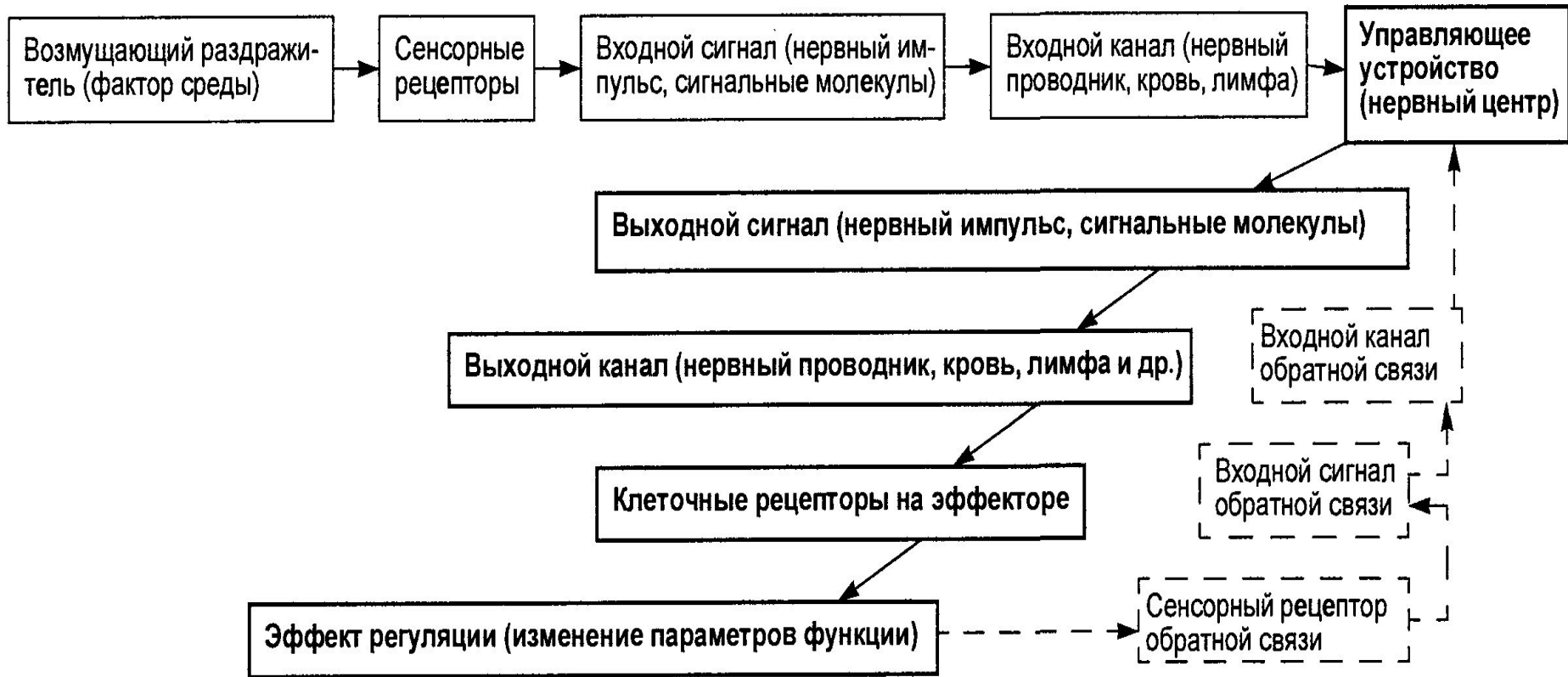


- Хронаксия – мера возбудимости нервной и мышечной ткани и отражает скорость возникновения возбуждения в этих тканях.
  - Хронаксия мышц-сгибателей (0.08-0.16 мс)
  - Хронаксия мышц разгибателей (0.16-0.32 мс)
- Определение хронаксии в клинической практике используется для оценки функционального состояния мышц при их повреждении. Чем больше хронаксия, тем хуже функциональное состояние поврежденных мышц.

# Регуляция функций

Нервная,  
гуморальная,  
рефлекторная





**Рис. 3.1.** Схематическое изображение системы регуляции.

Жирным шрифтом и стрелками выделен выходной канал прямой регуляторной связи — канал управления.

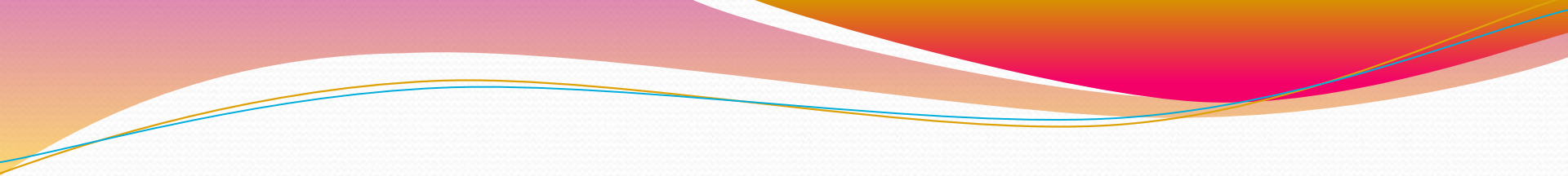
Обычным шрифтом, рамками и сплошными стрелками обозначена регуляция по возмущению, включаемая в результате действия фактора среды на сенсорные рецепторы. Обычным шрифтом, пунктирными стрелками и рамками выделен канал обратной связи, осуществляющий регуляцию по отклонению при изменении параметров физиологической функции.

# Уровни организации системы регуляции

- I. Местная саморегуляция
- II. Регуляция низшими уровнями ЦНС и отдельными эндокринными железами
- III. Регуляция высшими уровнями ЦНС

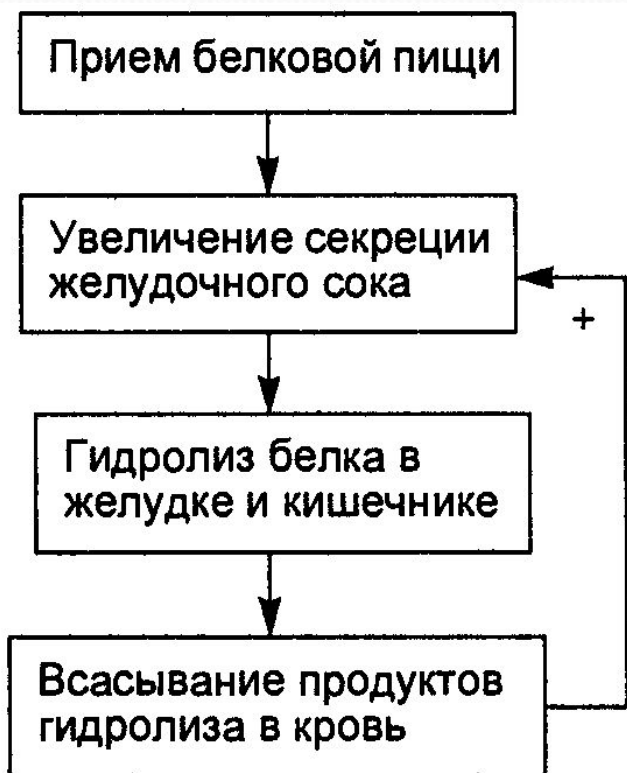
- I. Местная саморегуляция. Относительно автономные **местные системы**, поддерживающие физиологические константы, задаваемые собственными метаболическими потребностями (осмотическое давление крови, вентиляционно-перфузионные отношения в легких, тканевой кровотока, накопление молочной кислоты в скелетных мышцах).
- Для реализации механизмов этого уровня не обязательны сигналы из ЦНС, они обеспечиваются местными реакциями метаболической природы.

- II. Регуляция **низшими этажами ЦНС** (спинной, продолговатый мозг) или **отдельными эндокринными железами** (околощитовидные железы,  $\beta$ -клетки поджелудочной железы).
- Задается величина физиологических параметров, которые в дальнейшем могут поддерживаться системами первого уровня.
- Пример: Выполнение физической работы требует увеличенного снабжения мышц кислородом, что обеспечивается усилением внешнего дыхания, поступлением в кровь депонированных эритроцитов и повышением АД.

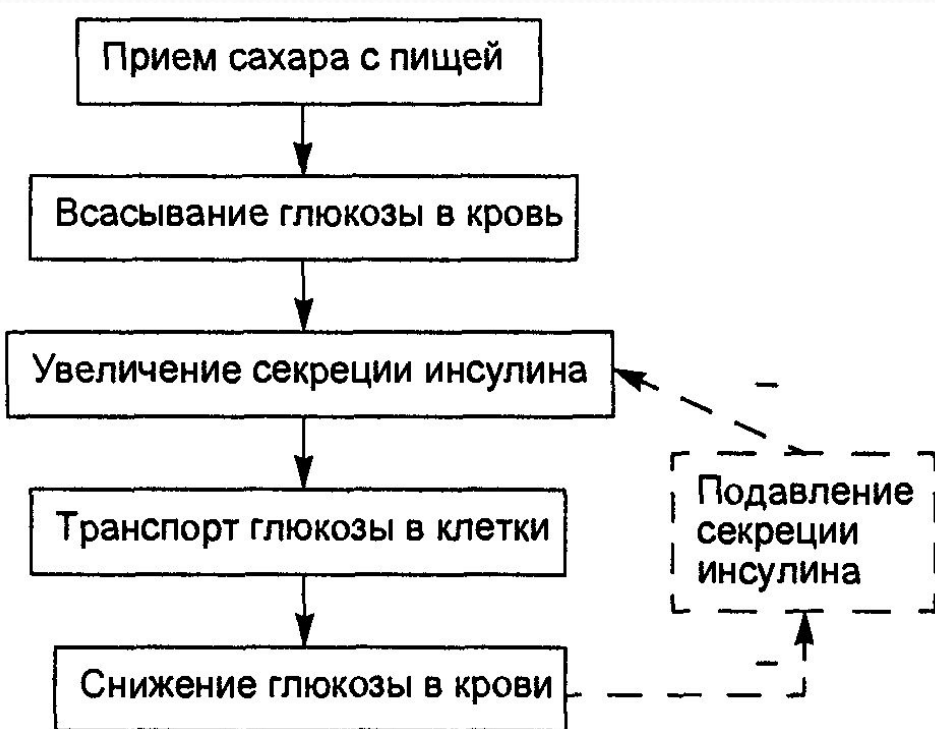
- 
- III. **Высшие образования головного мозга** – гипоталамус, лимбическая система, кора больших полушарий.
  - Выработка критериев оценки состояния внутренней и внешней среды.
  - Настройка режимов работы I и II уровней регуляции

# Механизмы обратной связи

## Положительная



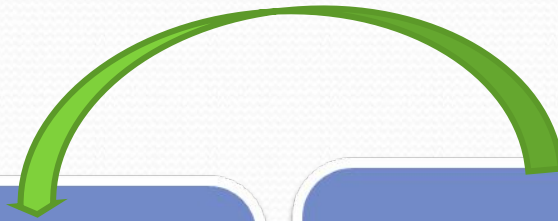
## Отрицательная



# Механизмы регуляции жизнедеятельности

Нервная

Гуморальная



# Нервная регуляция

- Быстрая передача сигнала (80-120 мс).
- Направленная передача сигнала.
- Обеспечены функции: соматические(скелетная мускулатура), вегетативные(деятельность внутренних органов).
- Регуляция: произвольные и непроизвольная
- Включает **рефлекторную**.



# Гуморальная регуляция

- Передача сигнала через жидкие среды организма с помощью молекул химических веществ.
- Более медленная и менее точная регуляция функций в отличие от нервной регуляции.

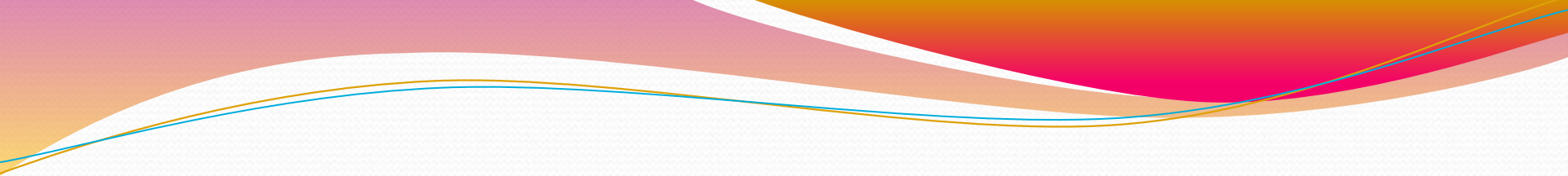


Местная клеточно-  
тканевая

- Практически не управляется нервной системой

Система гормональной  
регуляции

- Часть нейрогуморальной системы

- 
- ❖ Деление механизмов регуляции жизнедеятельности на нервные и гуморальные **УСЛОВНО** и может использоваться только для дидактических целей как способ изучения!!!
  - ❖ Нервные и гуморальные механизмы **неразделимы** и представляют собой единую нервногуморальную систему регуляции.

# Нейрогуморальная система регуляции жизнедеятельности

## Нервная

- Информация о состоянии внешней и внутренней сред почти всегда воспринимается элементами нервной системы – сенсорными рецепторами.
- Сигналы обрабатываются в нервной системе, где трансформируются в нервные или гуморальные исполнительные сигналы.
- Для II, III уровней управляющий орган – нервная система.

## Гуморальная

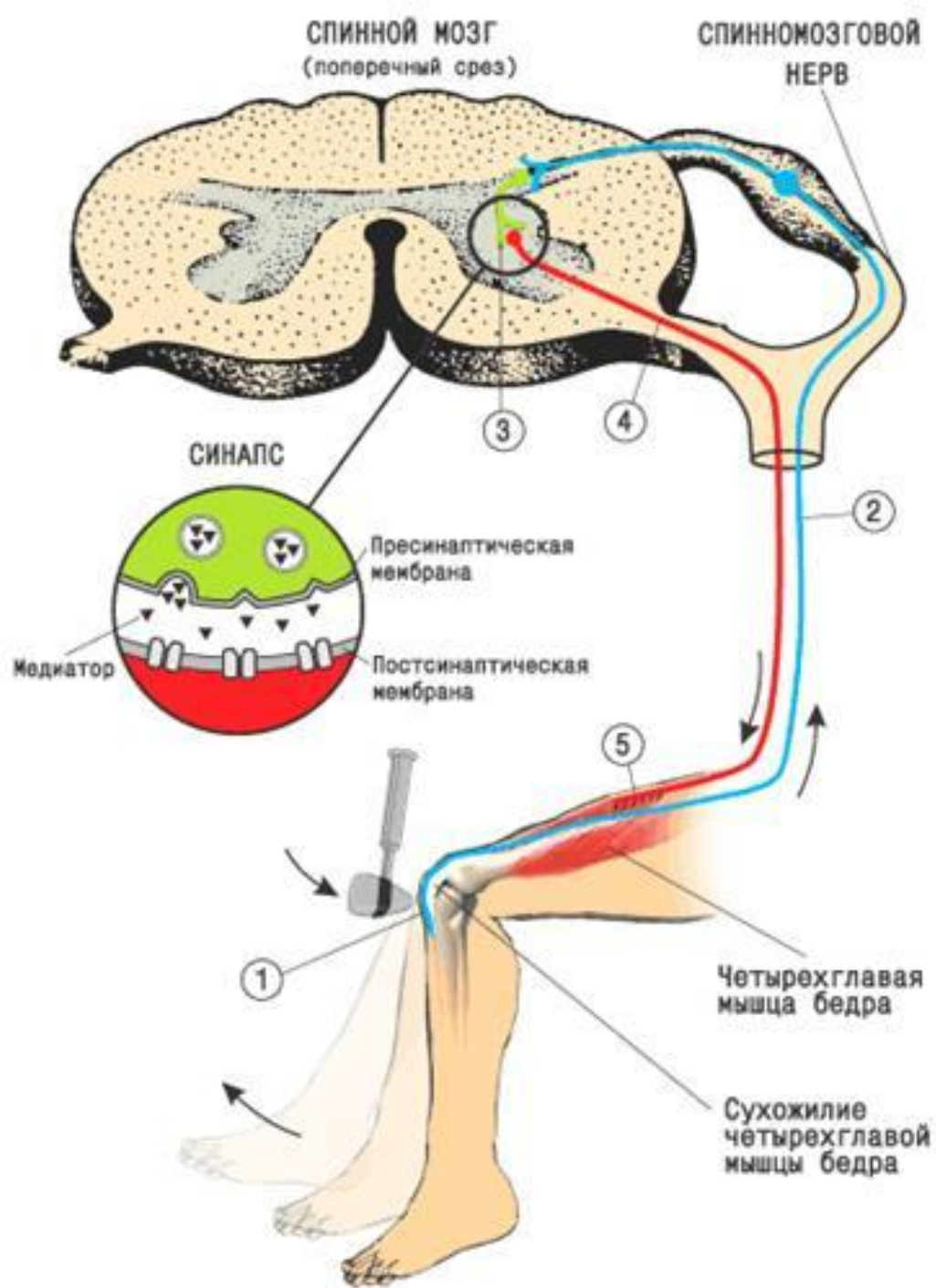
- Сигналы, поступающие по управляющим каналам нервной системы передаются в местах окончания нервных проводников в виде химических молекул – **нейромедиаторов**.
- Специализированные гормональной регуляции железы внутренней секреции управляются нервной системой.

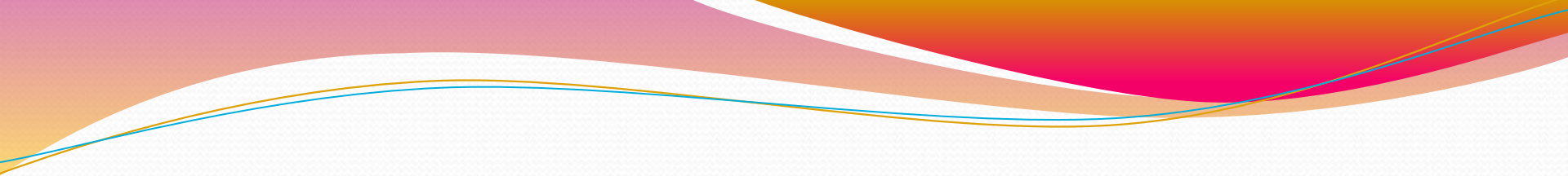
# Рефлекторная регуляция

- Рефлекс – стереотипная реакция организма в ответ на раздражитель, реализуемая с помощью нервной системы.
- Раздражители: механические, электрические, температурные, звуковые, световые, химические.
- Структурная основа рефлекса – рефлекторная дуга.
- Рефлекторная дуга – совокупность морфологически взаимосвязанных образований, обеспечивающих восприятие, передачу и переработку сигналов, необходимых для реализации рефлекса.

# Структура рефлекторной дуги

- 1) Сенсорные рецепторы: воспринимают стимулы внутренней и внешней среды
- 2) Аfferентные (чувствительные) нервные проводники (каналы сигналов входа)
- 3) Нервные центры (аппарат управления): получают, перерабатывают и выдают сигналы
- 4) Эfferентные (двигательные) нервные проводники (каналы выхода)
- 5) Эффекторы (исполнительные органы, объекты управления)



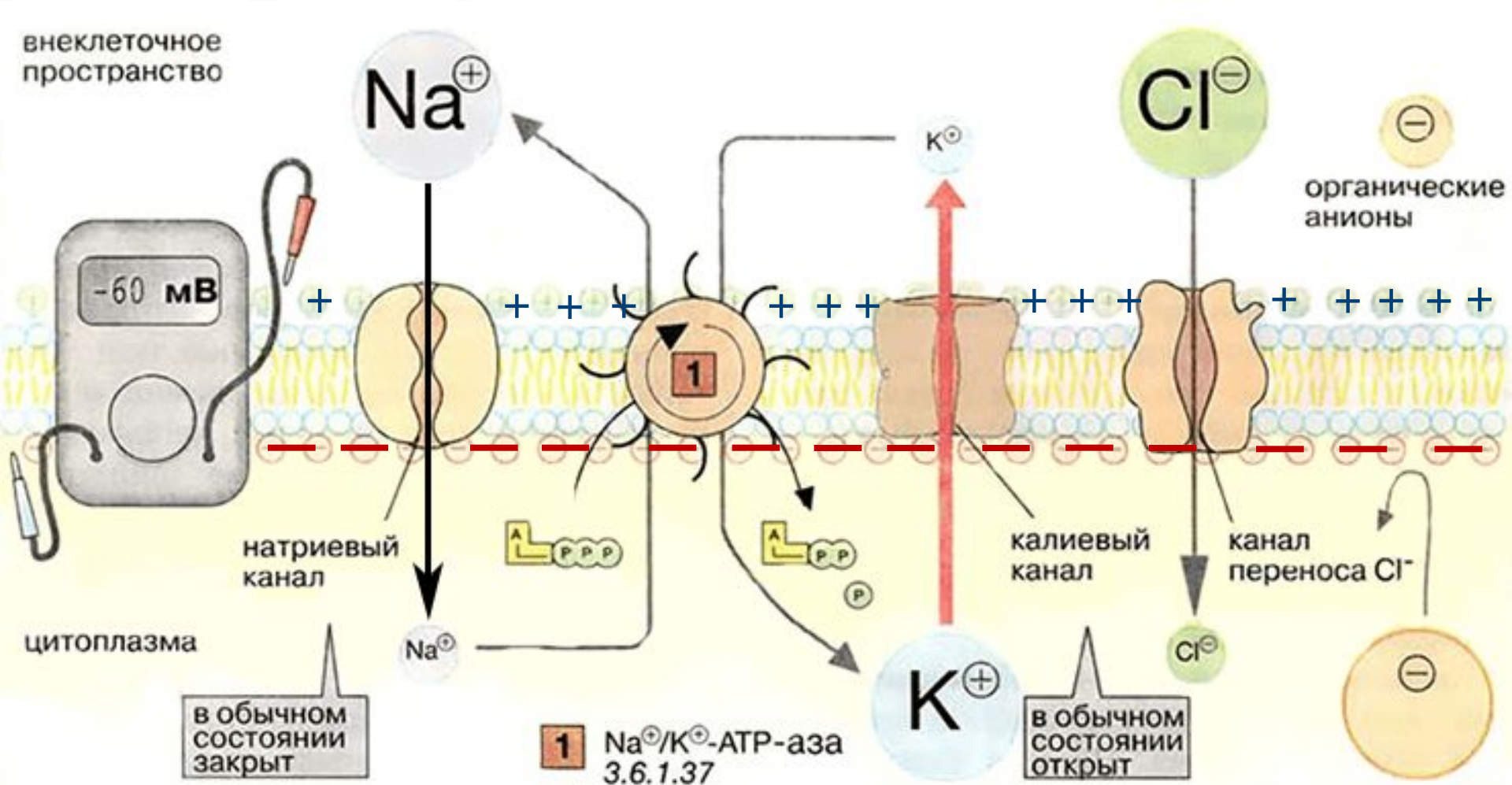


# **Возникновение возбуждения и его проведение**

# Возникновение возбуждения и его проведение

- **Мембранный потенциал покоя** – результат разности потенциалов между внутренней и наружной сторонами мембраны клетки.
- В покое внутренняя сторона мембраны клетки заряжена отрицательно, наружная положительно, т.е. мембрана поляризована.





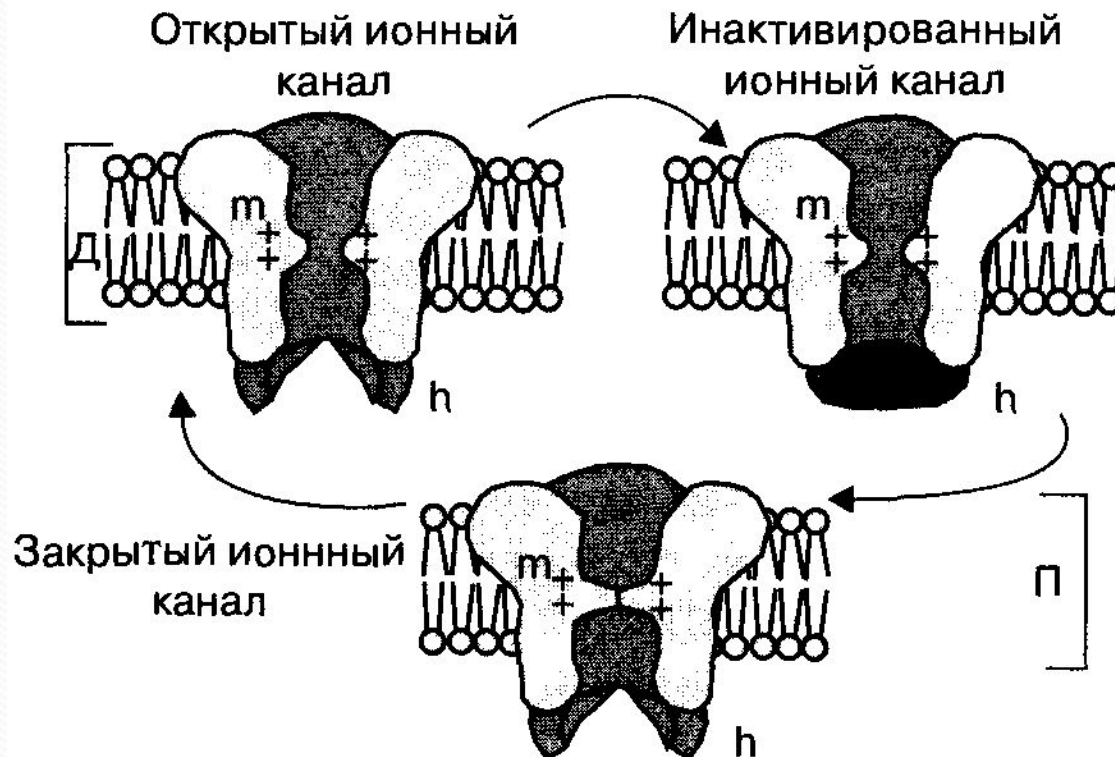
- В состоянии покоя клеточная мембрана хорошо проницаема для ионов  $\text{K}^+$  (в ряде клеток и для СГ), практически непроницаема для  $\text{Na}^+$ , внутриклеточных белков и др. органических ионов.
- Ионы  $\text{K}^+$  диффундируют из клетки по концентрационному градиенту, а непроницающие анионы остаются в цитоплазме, обеспечивая появление разности потенциалов через мембрану.

# Потенциал действия возбудимых клеток

- Потенциал действия – кратковременное фазное изменение знака потенциала на внутренней поверхности мембраны и проницаемости мембраны для ионов, вызванное внешним раздражением мембраны возбудимых клеток
- Фазы: деполяризация, реполяризация, следовых потенциалов.

# Фаза деполяризации потенциала действия

- Возникает в результате открытия в мембране потенциалзависимых натриевых ионных каналов.
- Коэффициент проницаемости мембраны для ионов натрия повышается в **сотни раз**.



- **Потенциал действия** возникает по закону «все или ничего»: величина ПД остается постоянной, независимо от силы вызывающего его стимула.
- Стимул для генерации ПД – критический уровень деполяризации. В результате активируются потенциалзависимые натриевые каналы, что обеспечивает входящий ток ионов натрия в клетку.
- Результат: внутренняя поверхность мембраны меняет знак с – на +.

## Фаза реполяризации потенциала действия

- При достижении максимума реверсии мембранного потенциала потенциалзависимые натриевые каналы инактивируются.
- Натриевые каналы находятся в инактивированном состоянии до тех пор, пока мембранный потенциал не восстановится до своего исходного уровня.
- Практически одновременно с ПД открываются калиевые каналы, активируется выходящий калиевый ток и реполяризует мембрану. При этом мембранный потенциал приближается к величине МПП, что объясняется немгновенным закрытием ионных каналов – следовые потенциалы



А

Мв  
60  
40  
20  
0  
-20  
-40  
-60  
-80  
-100

Равновесный потенциал  
для ионов натрия

**Абсолютная рефрактерность  
(каналы инактивированы) –  
невозможно генерировать ПД**

Деполяризация

Реполяризация

**Относительная рефрактерность  
(каналы закрыты) – возможно  
генерировать ПД при сверхпороговой  
силе раздражения**

Пороговый уровень  
деполяризации

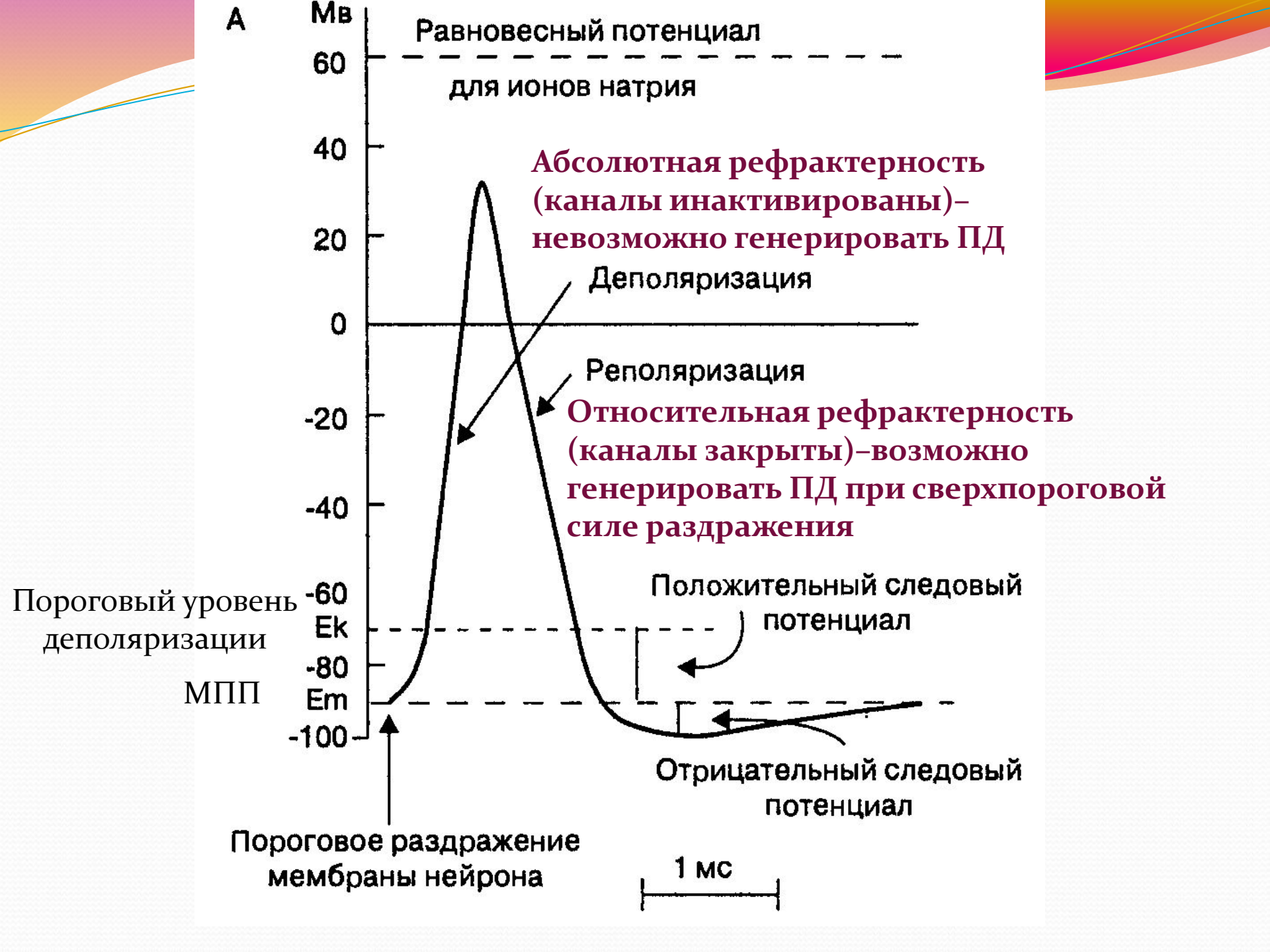
МПП

Положительный следовый  
потенциал

Отрицательный следовый  
потенциал

Пороговое раздражение  
мембраны нейрона

1 мс

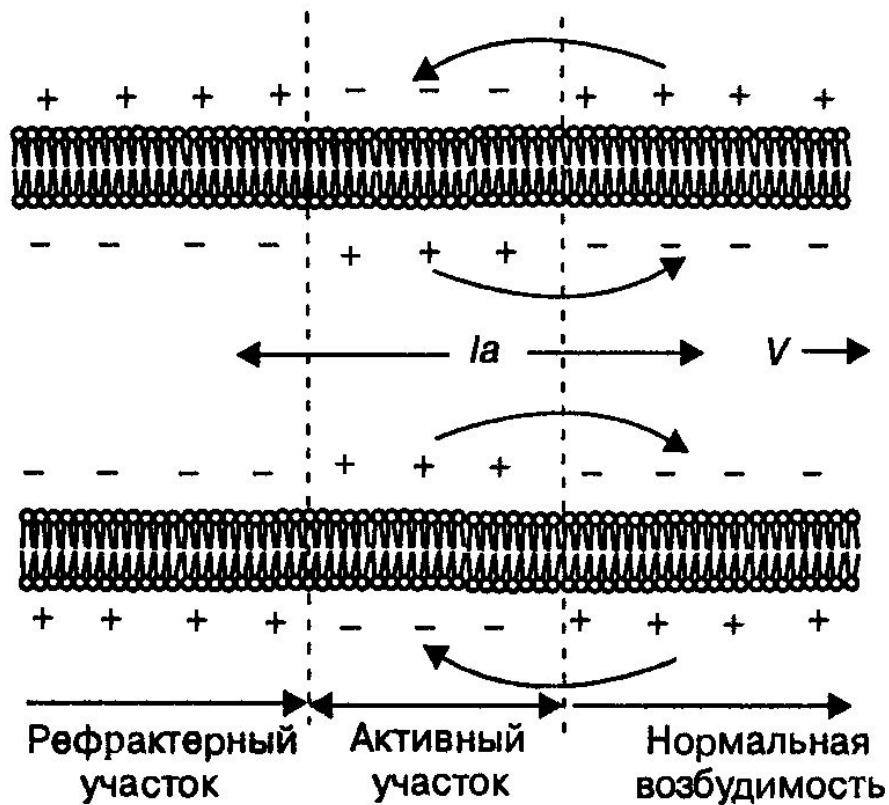


# Проведение возбуждения

- По немиелинизированным волокнам
- По миелинизированным волокнам
- Синаптическая передача
- Щелевые контакты (нексусы)



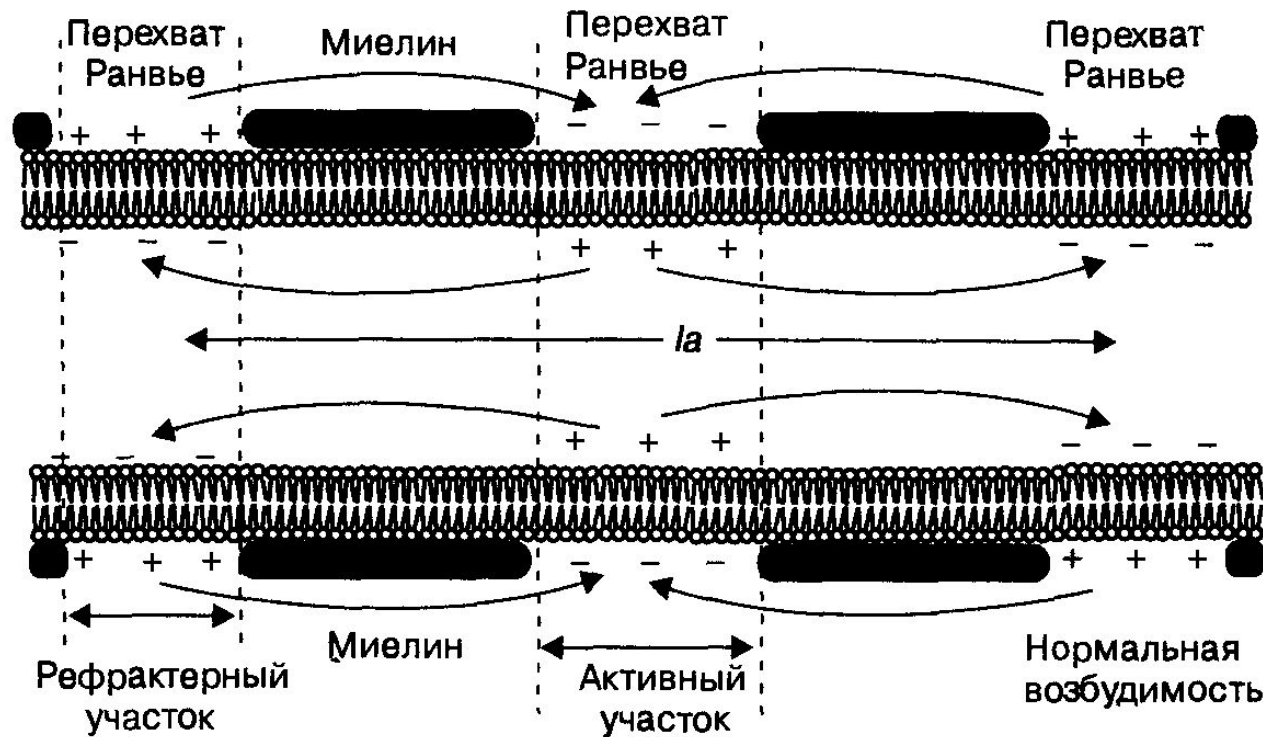
# Немиелинизированные волокна



**Рис. 2.13.** Распространение потенциала действия по немиелинизированному нервному волокну.

При деполяризации мембраны нервного волокна возникают продольные токи, которые распространяются по аксоплазме и направлены от активного участка генерации потенциала действия в обе стороны нервного волокна. Продольные токи ( $I_a$ ) вызывают открытие натриевых потенциалзависимых ионных каналов в участке мембраны, который имеет нормальную возбудимость и вызывают в этом месте генерацию потенциала действия. Рефракторный участок невозбудим, поскольку натриевые ионные каналы находятся в инактивированном состоянии. В результате потенциал действия генерируется на соседнем участке мембраны и движется по нервному волокну в одном направлении.

# Миелинизированные волокна

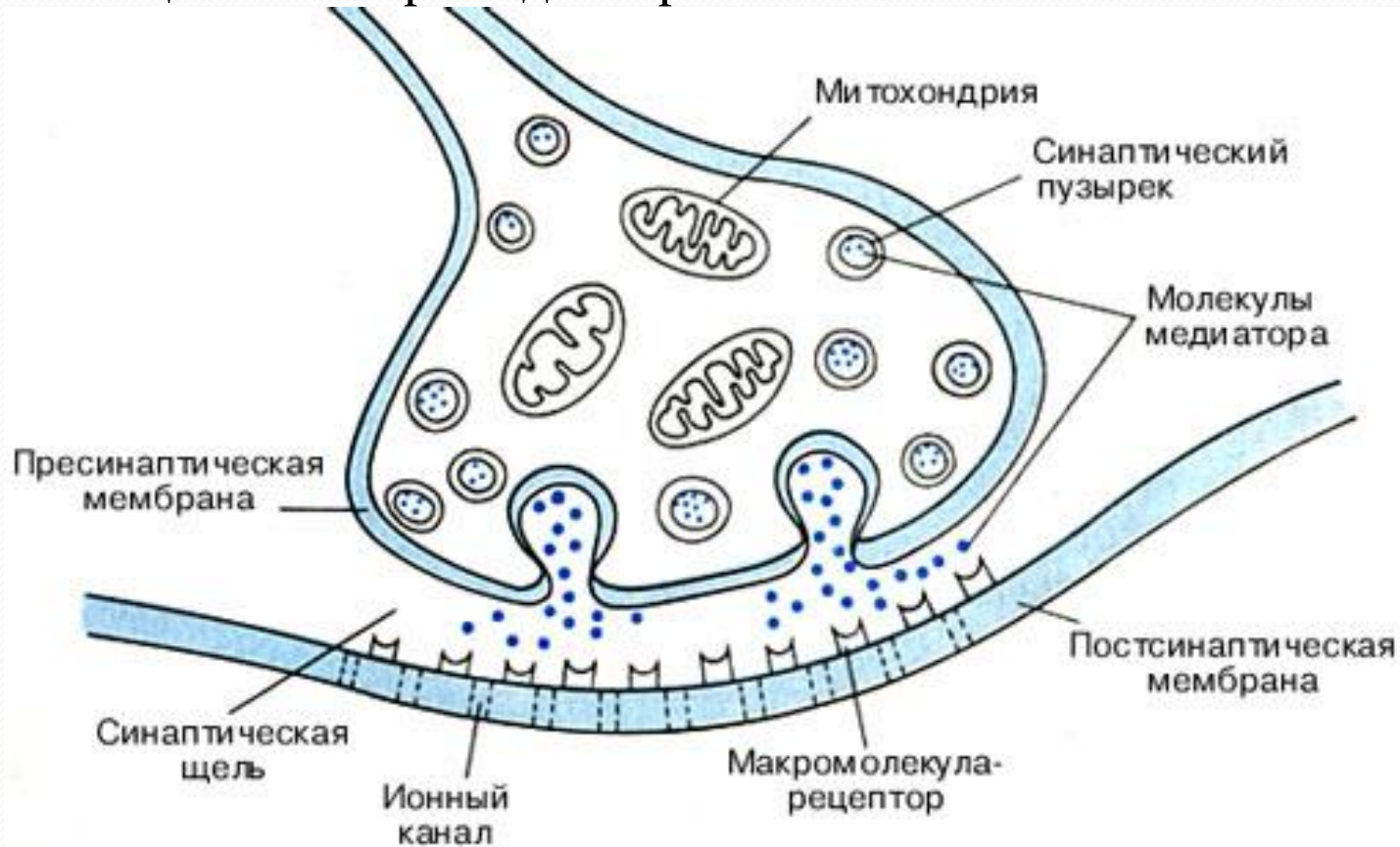


**Рис. 2.14.** Распространение потенциала действия по миелиновому нервному волокну.

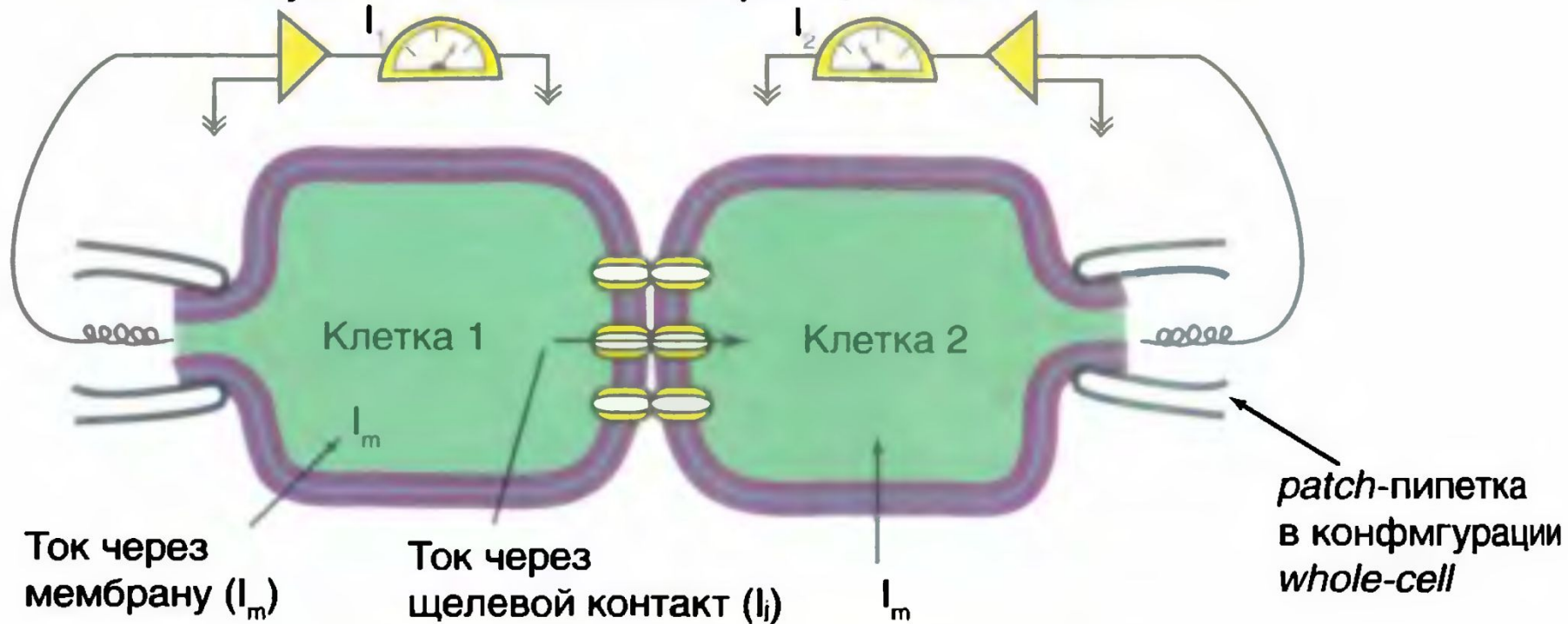
При деполяризации мембраны активного перехвата Ранвье продольные токи ( $I_a$ ) направлены от активного участка в обе стороны волокна. Движение ионов, обусловленное продольными токами, вызывает открытие потенциалзависимых натриевых ионных каналов мембраны перехвата Ранвье, имеющей нормальную возбудимость. Аналогичный процесс не возникает на мембране рефракторного участка, натриевые каналы которого находятся в инактивированном состоянии. В результате потенциал действия распространяется сальтаторно в одном направлении. Стрелками обозначено направление токов из возбужденного перехвата вдоль нервного волокна.

# Синаптическая передача

Синапс – специализированное по структуре и функции место контакта мембран между двумя возбудимыми клетками, которое обеспечивает передачу импульсов от одной возбудимой клетки к другой с помощью химических веществ - нейромедиаторов



Электрическое взаимодействие  
двух клеток, связанных через щелевой контакт



Представлено в сердце, гладкой  
мускулатуре пищеварительного тракта.



# Гомеостаз

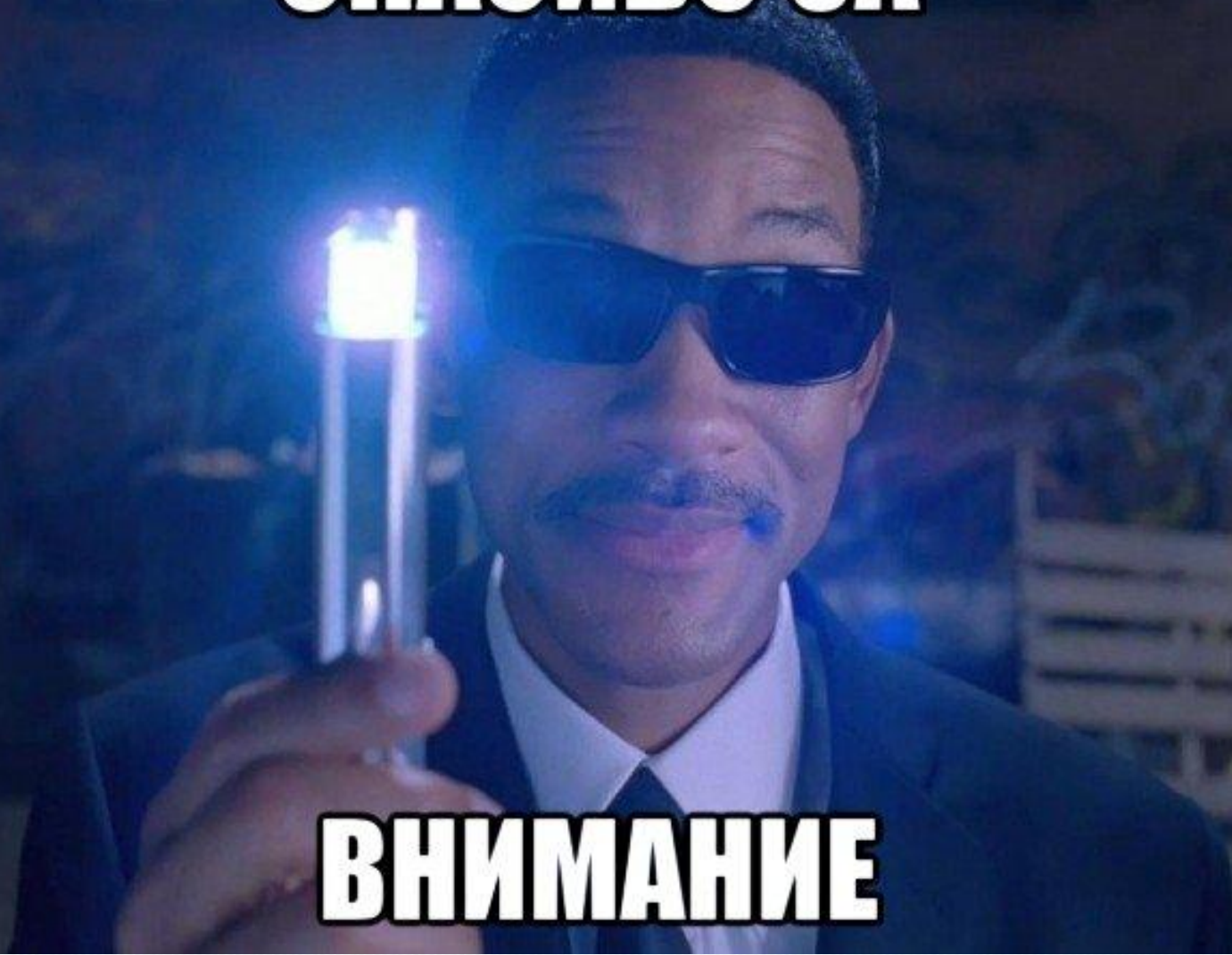
- Гомеостаз - способность открытой системы сохранять постоянство своего внутреннего состояния посредством скоординированных реакций, направленных на поддержание динамического равновесия.
- Гомеостаз популяции – способность популяции поддерживать определённую численность своих особей длительное время.

# МЕХАНИЗМЫ ГОМЕОСТАЗА

**Отрицательная обратная связь,** выражающаяся в реакции, при которой система отвечает так, чтобы изменить направление изменения на противоположное. Так как обратная связь служит сохранению постоянства системы, это позволяет соблюдать гомеостаз

**Положительная обратная связь,** которая выражается в усилении изменения переменной. Реже встречается в естественных системах, но также имеет своё применение

**СПАСИБО ЗА**



**ВНИМАНИЕ**