

# Основы физиологии центральной нервной системы.



# Разделы лекции

- Структура и функции нервной системы.
- Базовые принципы работы ЦНС. Рефлекс.
- Строение нейрона.
- Возбуждение и торможение.
- Нервные центры и их свойства.

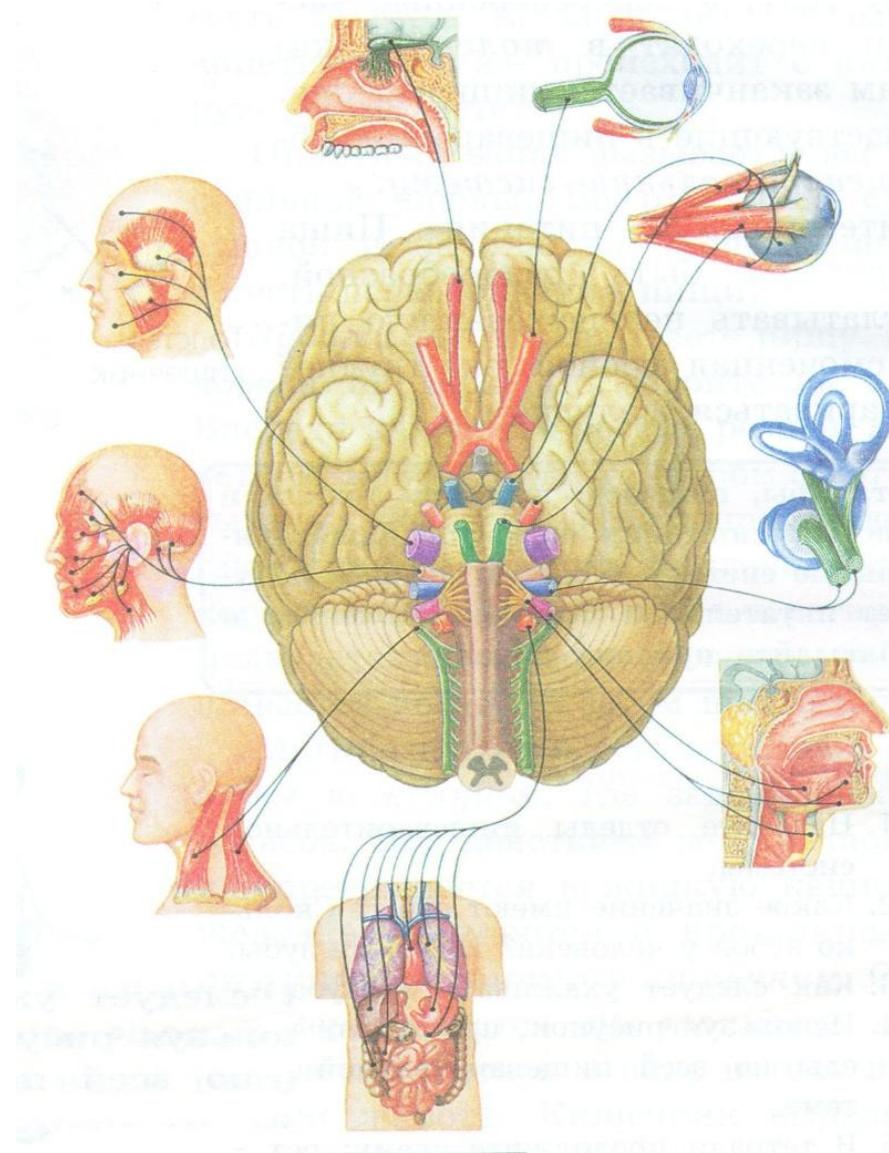
# Раздел 1.

## Строение и функции нервной системы.

# Функции нервной системы.

- Восприятие внешних и внутренних раздражителей
- Регуляция функций других органов и систем.
- Интегративные функции.
- Высшая нервная деятельность.

# Органы чувств и рецепторы, отвечающие на внешние и внутренние стимулы.



# Способы регуляции функций организма

- Контроль сокращений скелетных мышц по всему организму.
- Контроль сокращений гладкой мускулатуры внутренних органов и сосудов.
- Секреция и контроль секреции гормонов и биологически активных веществ, влияющих на работу остальных органов.

# Интегративные функции

Объединение и сопоставление всей поступающей информации от разных органов чувств.

Выделение наиболее значимых стимулов и формирование правильной ответной реакции.

Большинство сигналов, приходящих в мозг не вызывают ответа.

Организм реагирует только на важные стимулы.

# Высшая нервная деятельность.

- память,
- мышление,
- сознание,
- ЭМОЦИИ
- другие интеллектуальные функции.

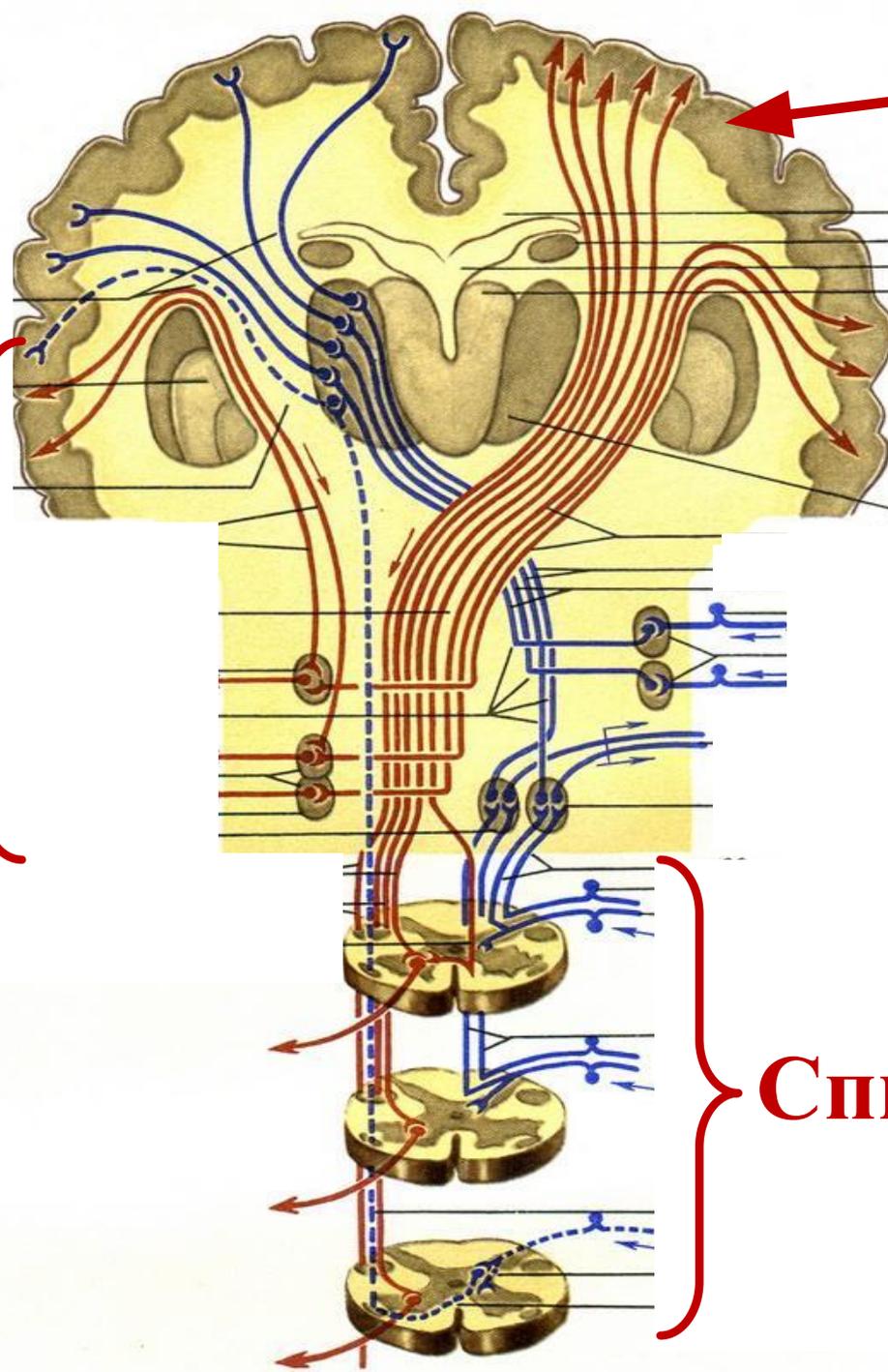
# Части нервной системы.

- **Центральная** – головной и спинной мозг.
- **Периферическая** – нервы и нервные узлы.

# Уровни функционирования центральной нервной системы.

- Спинальный
- Стволовой или подкорковый
- Кора больших полушарий

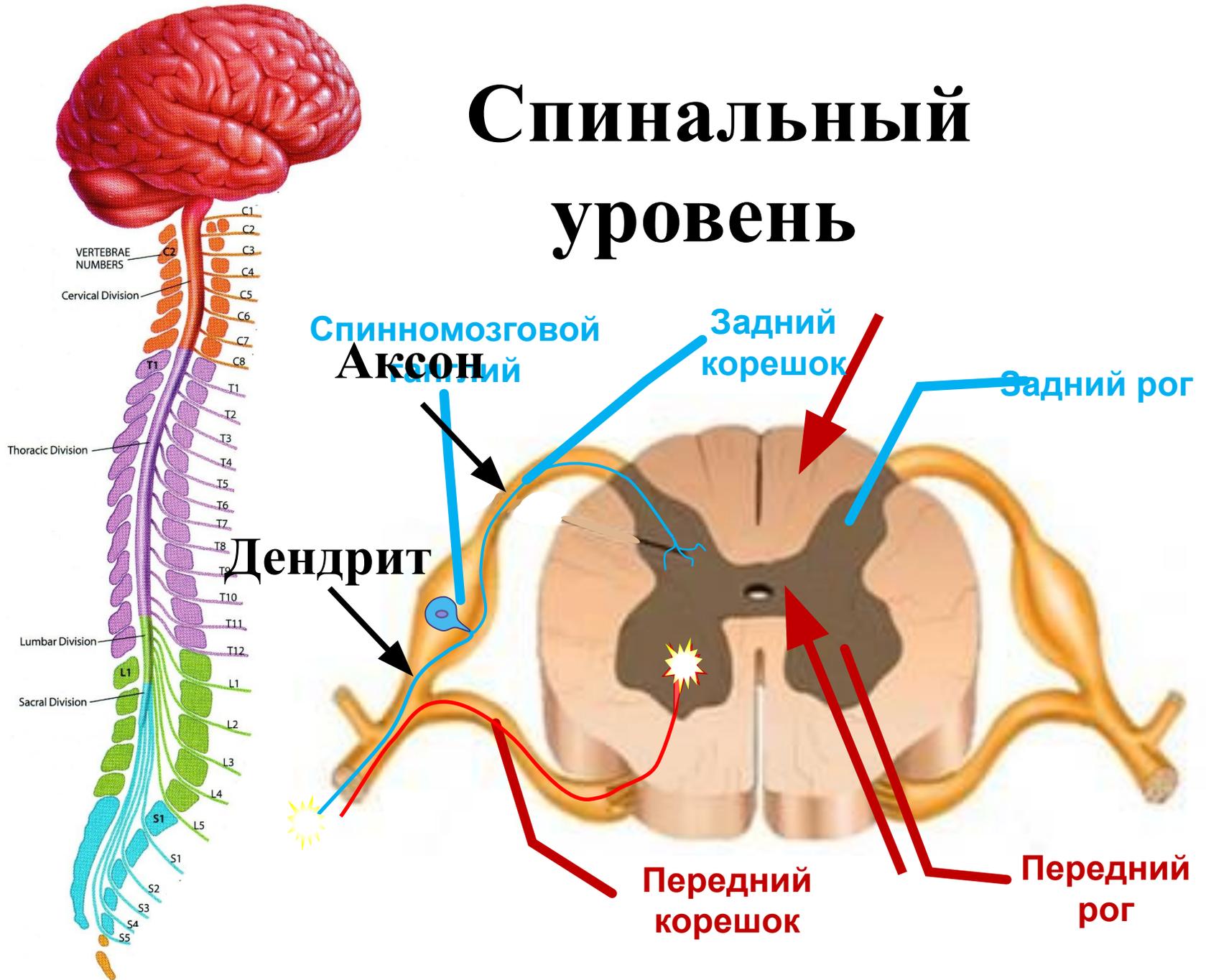
**Под-  
корковый**



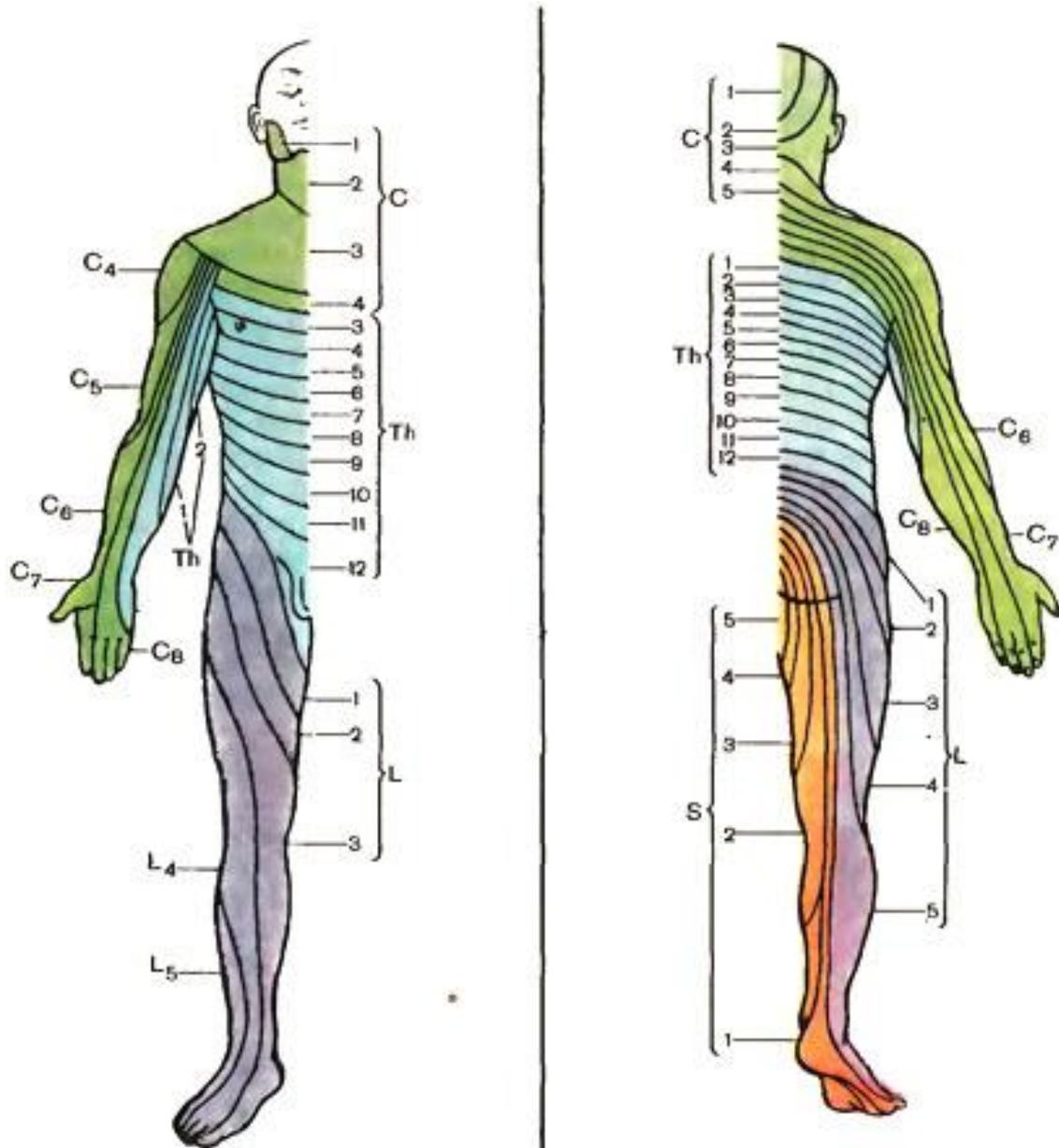
**Кора**

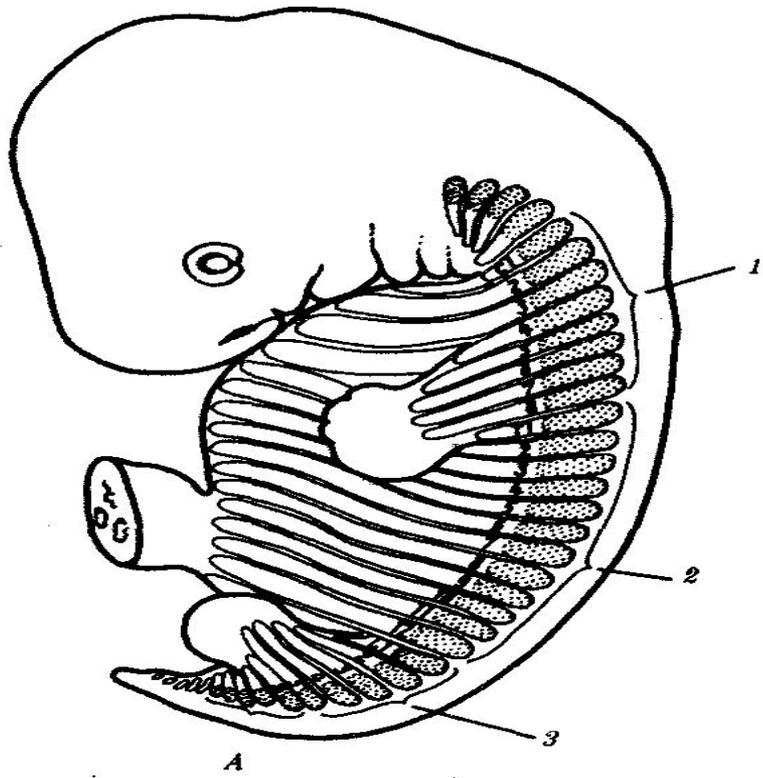
**Спинальный**

# Спинальный уровень



# Сегментарные зоны чувствительности





4. Сигнал проходит через вставочные нейроны (копия посылается выше)

3. Сигнал идет через чувствительный нейрон

2. Возбуждается рецептор

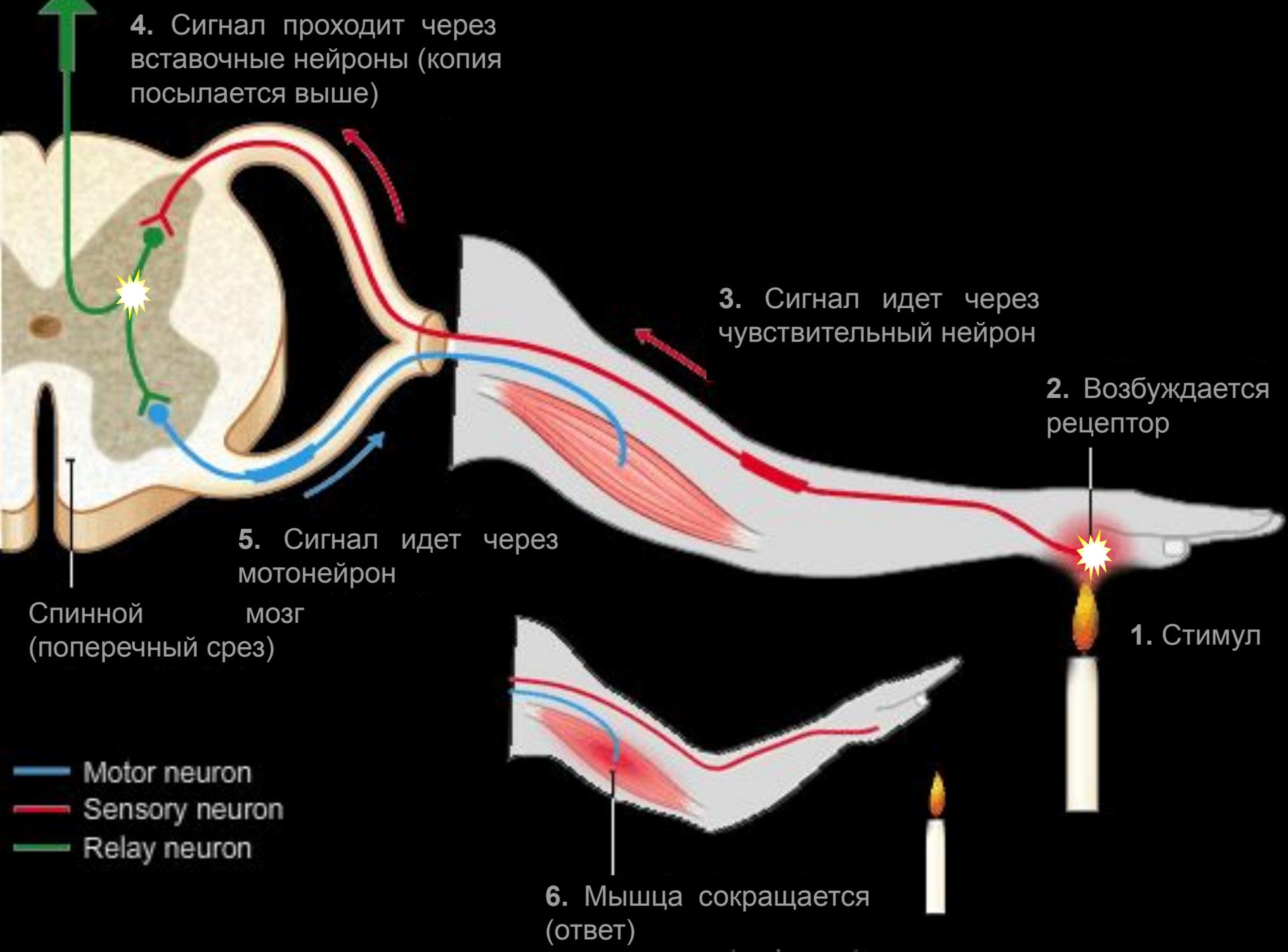
1. Стимул

5. Сигнал идет через мотонейрон

6. Мышца сокращается (ответ)

Спинальный мозг (поперечный срез)

— Motor neuron  
— Sensory neuron  
— Relay neuron



# Функции спинального уровня

- Координированные простые движения скелетных мышц.
- Передача сенсорных сигналов в вышележащие отделы головного мозга;
- Проведение двигательных команд от головного мозга к мотонейронам передних рогов нужных сегментов.
- Регуляция локального кровотока.

# Подкорковый уровень

Этот уровень включает в себя ствол мозга, мозжечок, таламус, гипоталамус и подкорковые структуры больших полушарий.

**Основная функция –**  
**подсознательный контроль**  
**сложных движений и процессов.**

**1. Координация движений между  
разными группами мышц.**

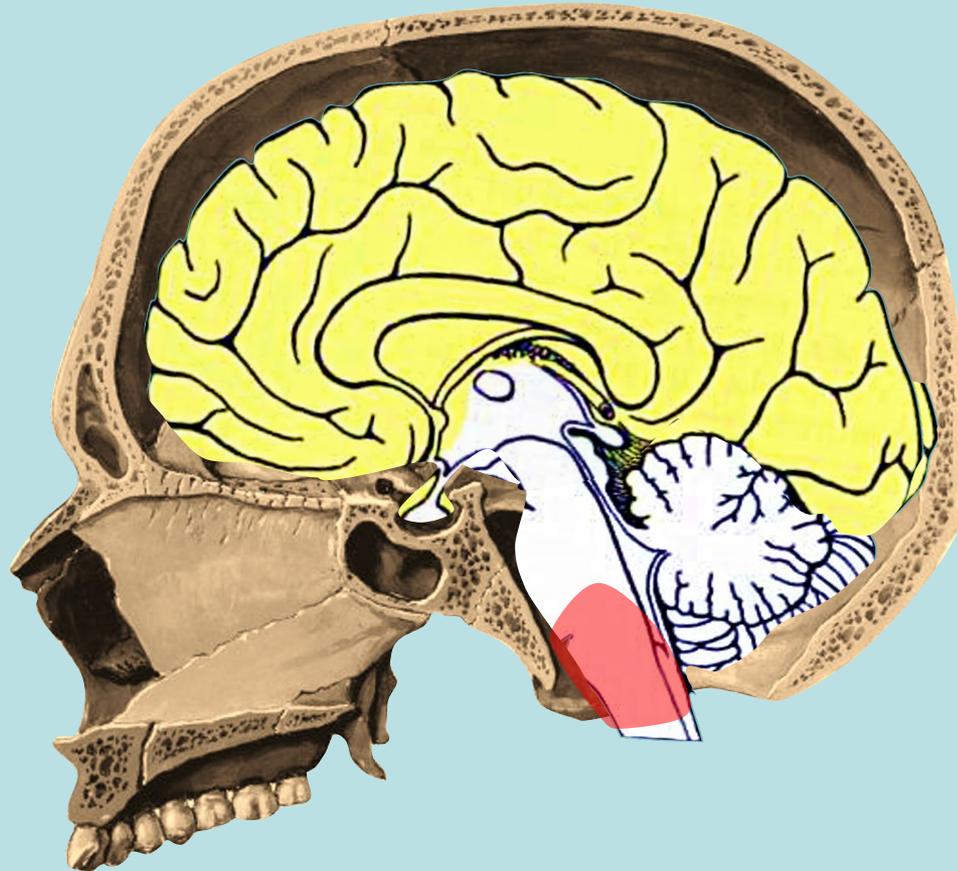
- Контроль равновесия.
- Стереотипные движения (ходьба, бег).
- Позы (сидение, стояние).
- Сложные защитные рефлексy (чихание, кашель).

## **2. Регуляция жизненно важных функций органов.**

- Регуляция сердечной деятельности.
- Контроль АД.
- Подсознательная регуляция дыхания.
- Пищевые рефлексy.

## **3. Другие сложные реакции.**

- Реакции на боль.
- Реакции удовольствия.
- Половые рефлексy.
- Базовые эмоции.



## **2. Регуляция жизненно важных функций органов.**

- Регуляция сердечной деятельности.
- Контроль АД.
- Подсознательная регуляция дыхания.
- Пищевые рефлексy.

## **3. Другие сложные реакции.**

- Реакции на боль.
- Реакции удовольствия.
- Половые рефлексy.
- Базовые эмоции.

# Высшие отделы

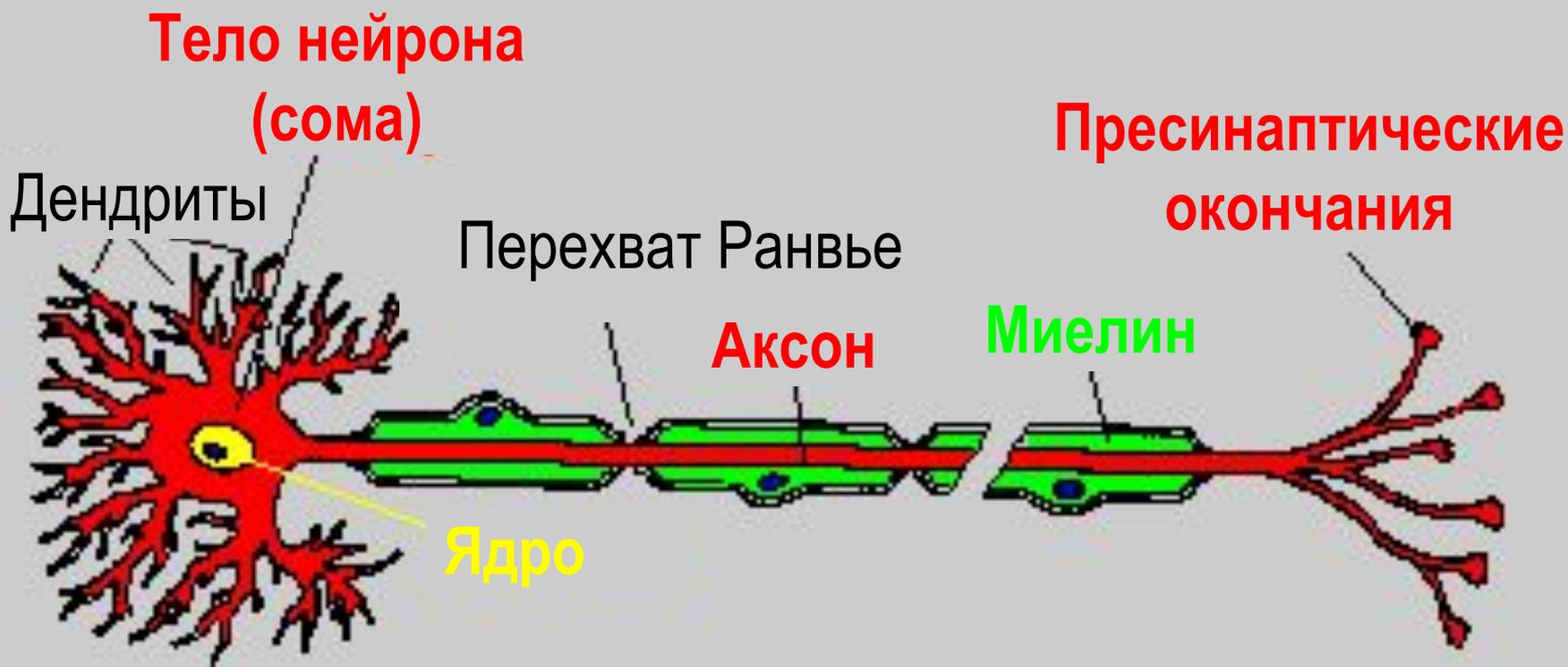
Функции коры больших полушарий.

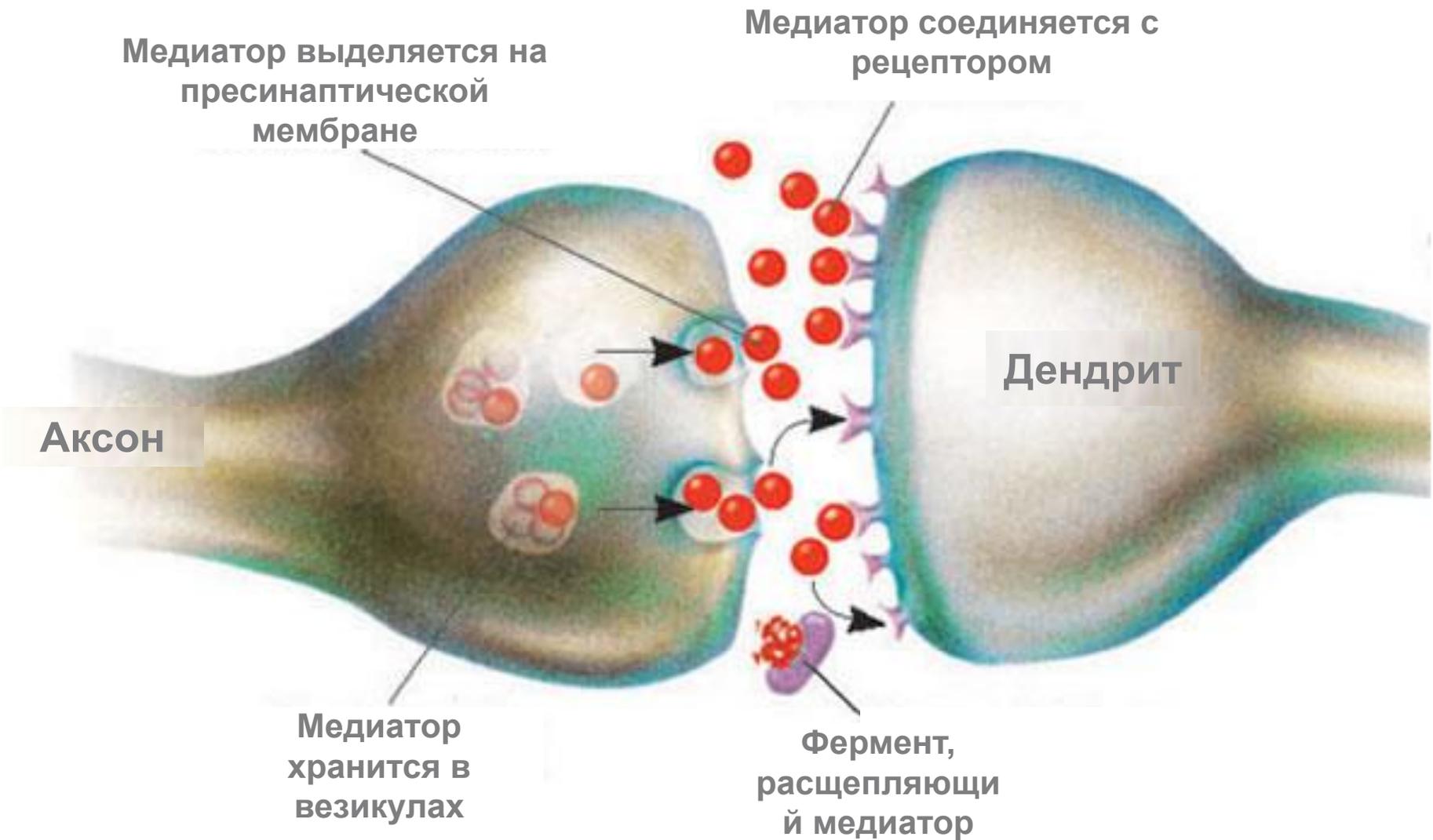
- Сложные точные операции
- Сознание.
- Интеллектуальные функции.

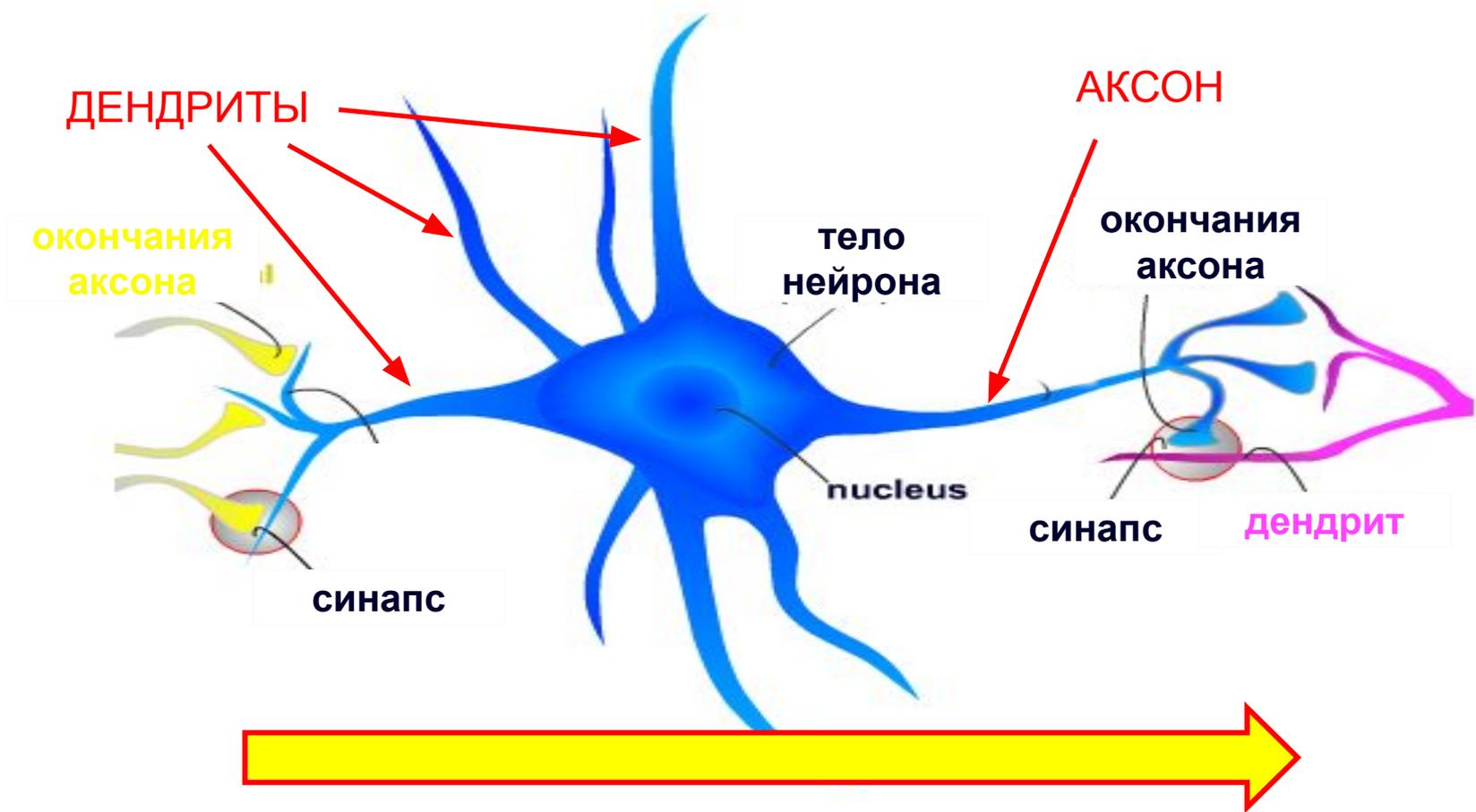
# Раздел 3. Нейрон



# Строение нейрона.





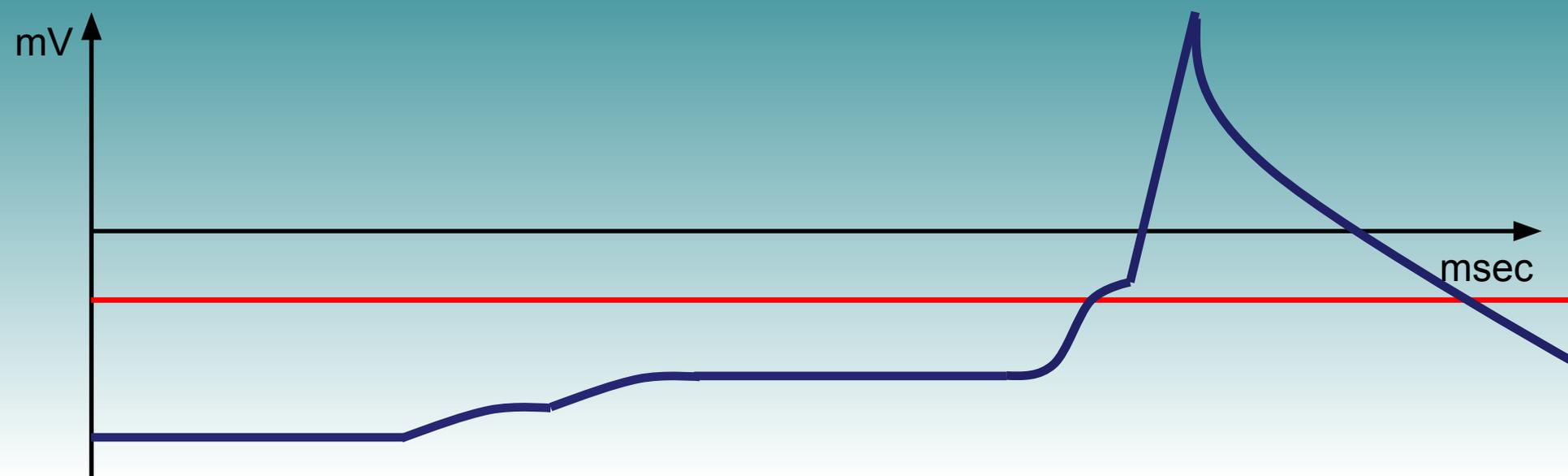
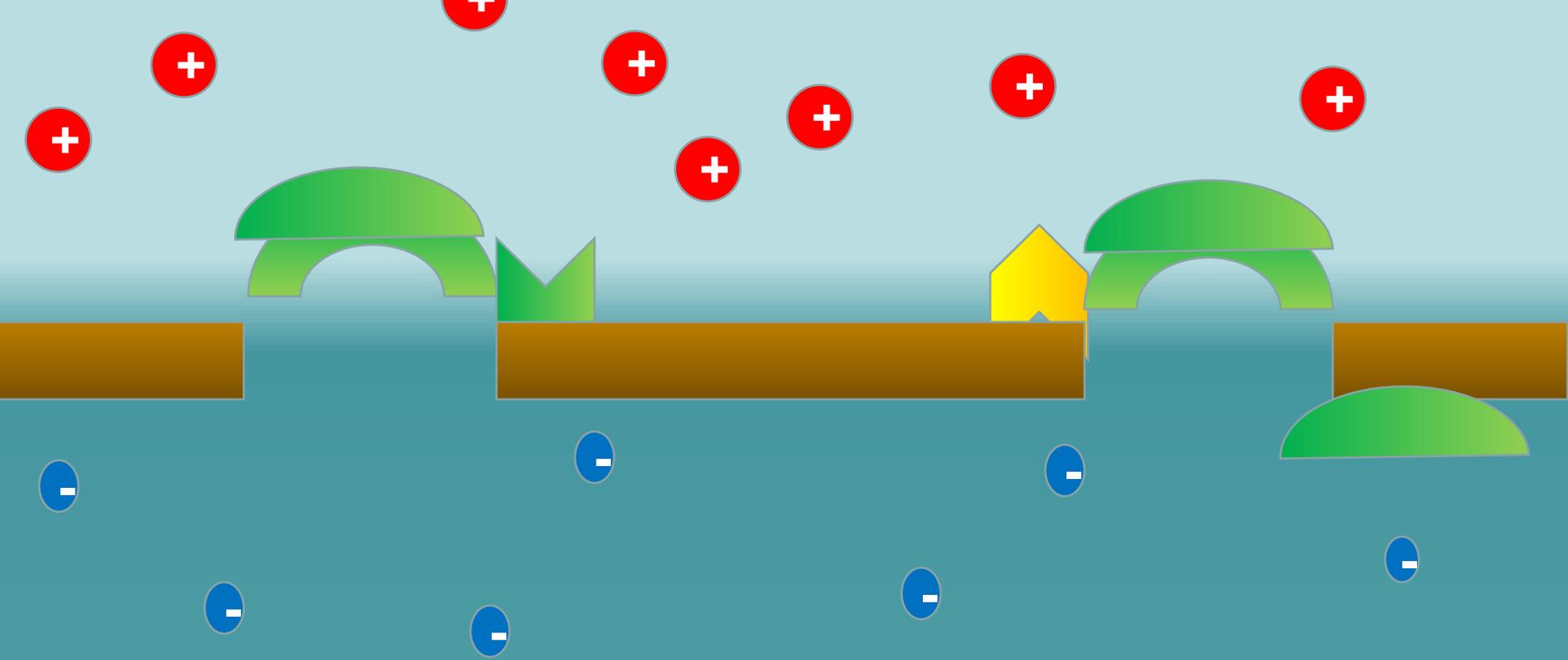


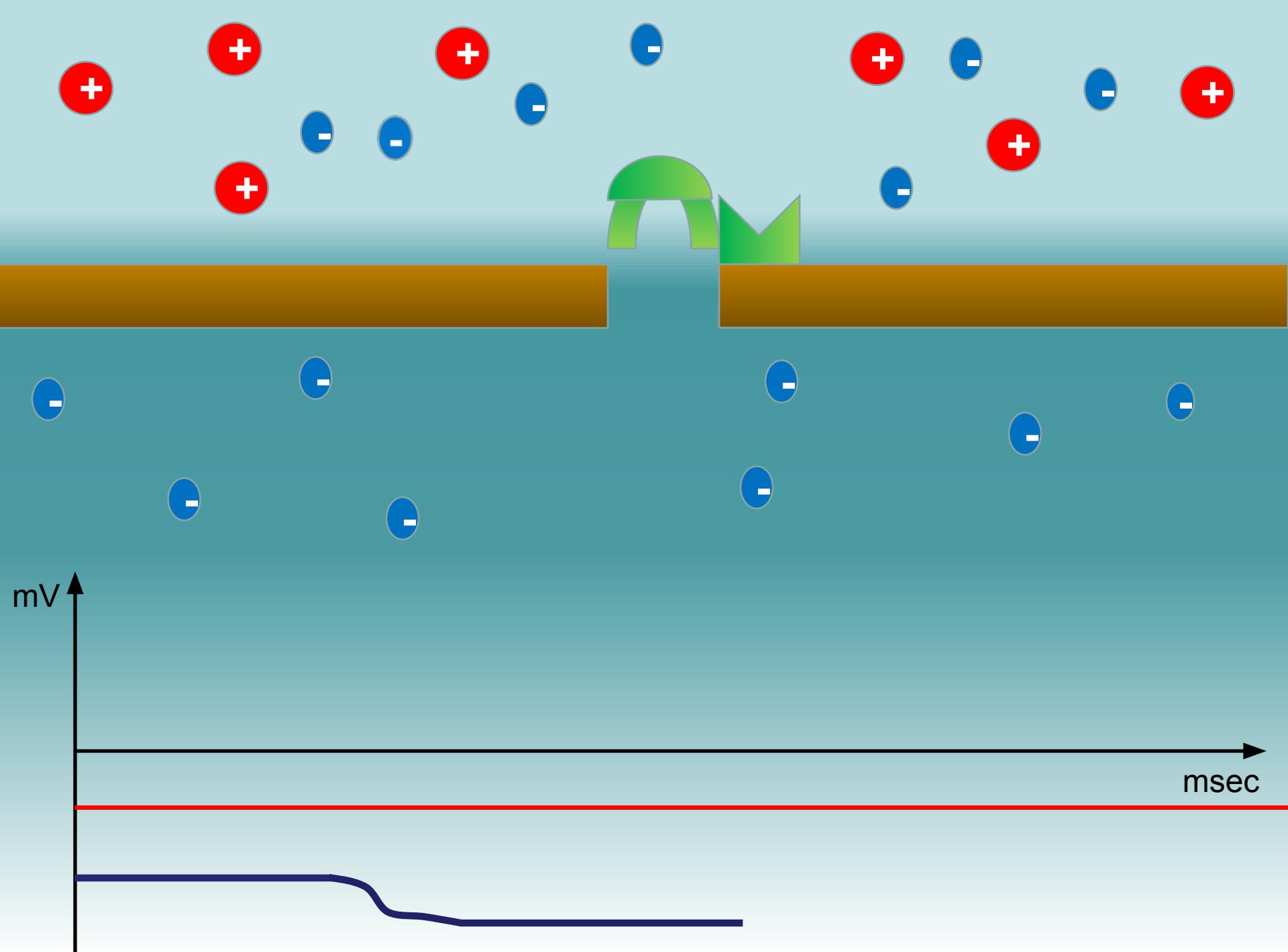
**НАПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛА**

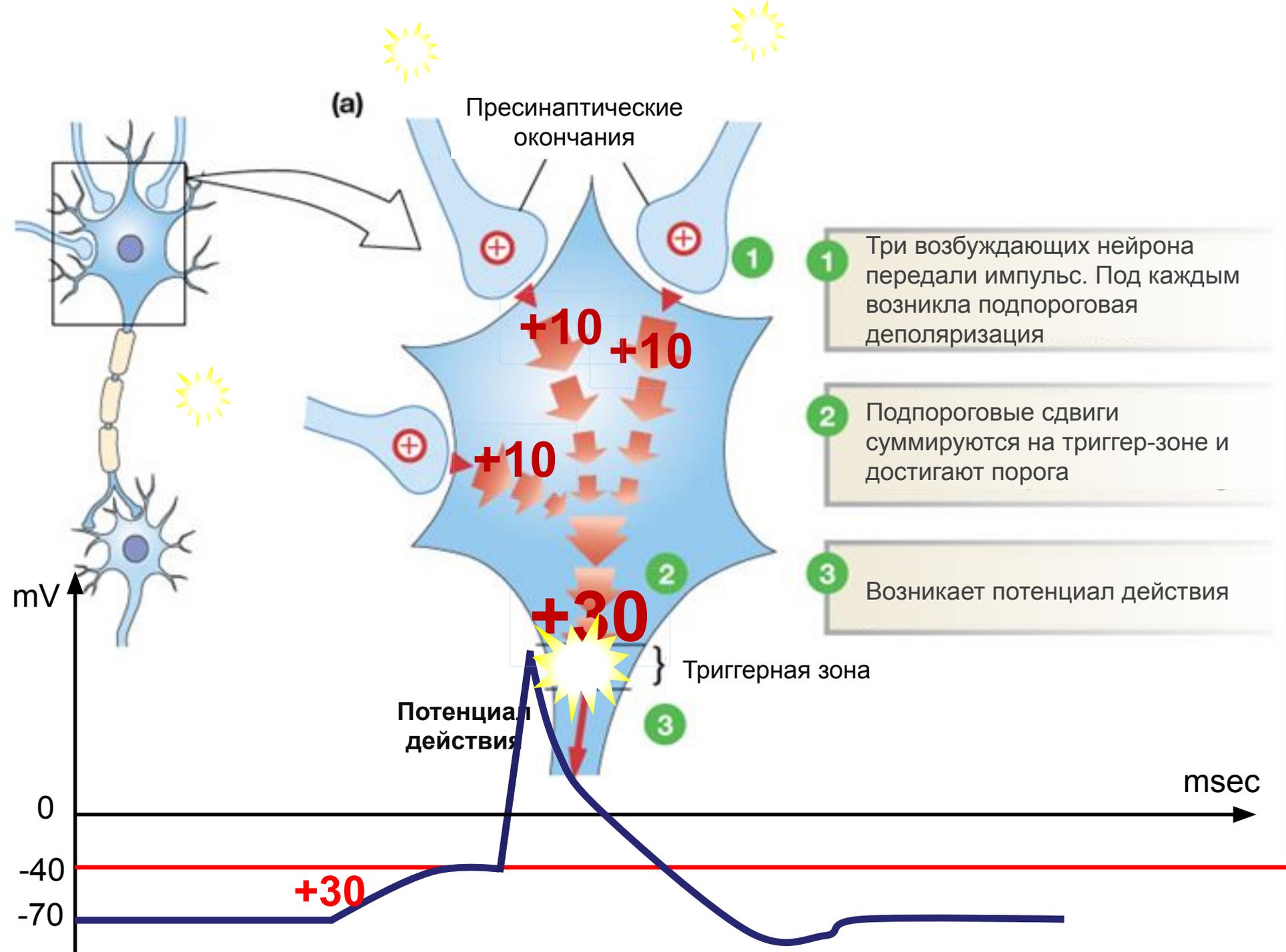
- Возбуждение распространяется только в одном направлении — от дендритов к аксону.
- Нейрон может иметь много дендритов, но только один аксон.

# Возбуждение и торможение.

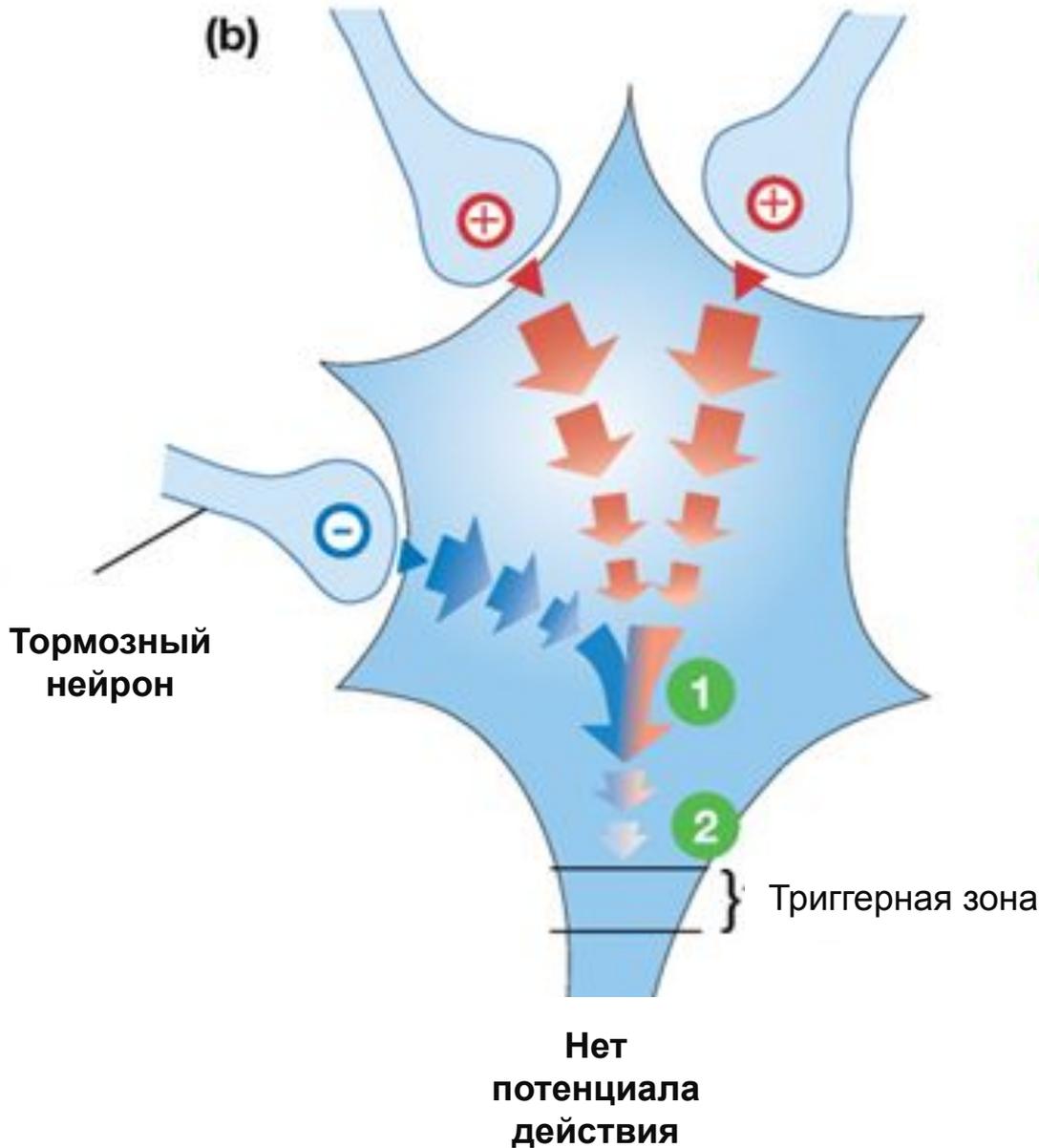
- Одни рецепторы, когда активируются медиатором вызывают возбуждение, другие - торможение.
- Торможение – важный нервный процесс, позволяющий ограничивать и сдерживать реакции ЦНС







(b)



1 Два возбуждающих и тормозный нейрон передали импульс

2 Сумма потенциалов ниже порога – ПД не возникнет

# Пространственная суммация.

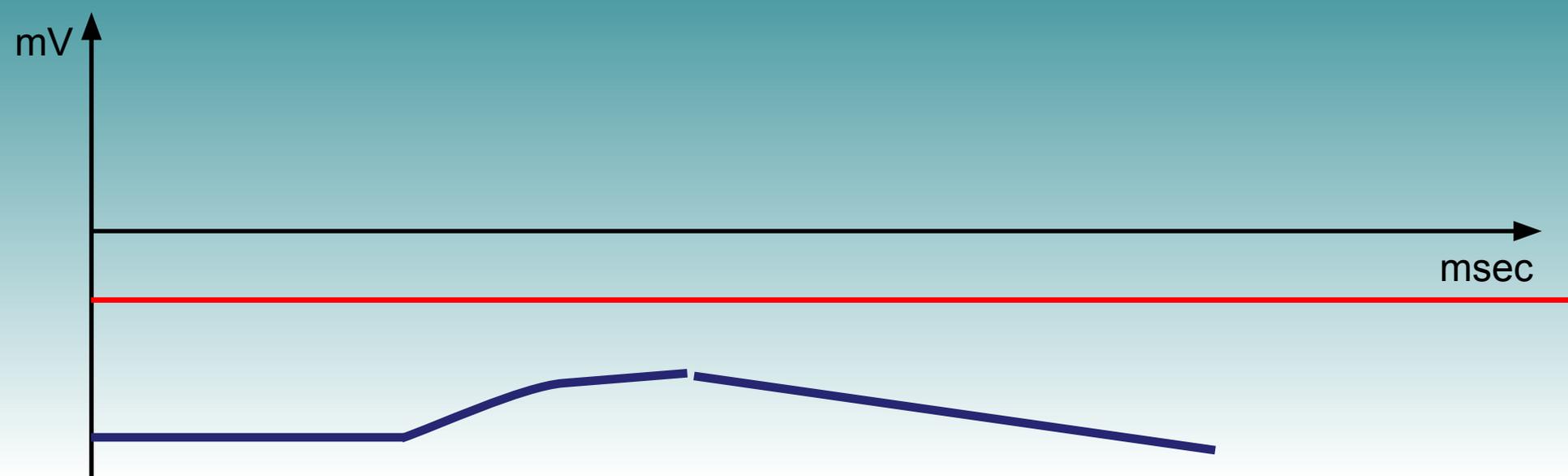
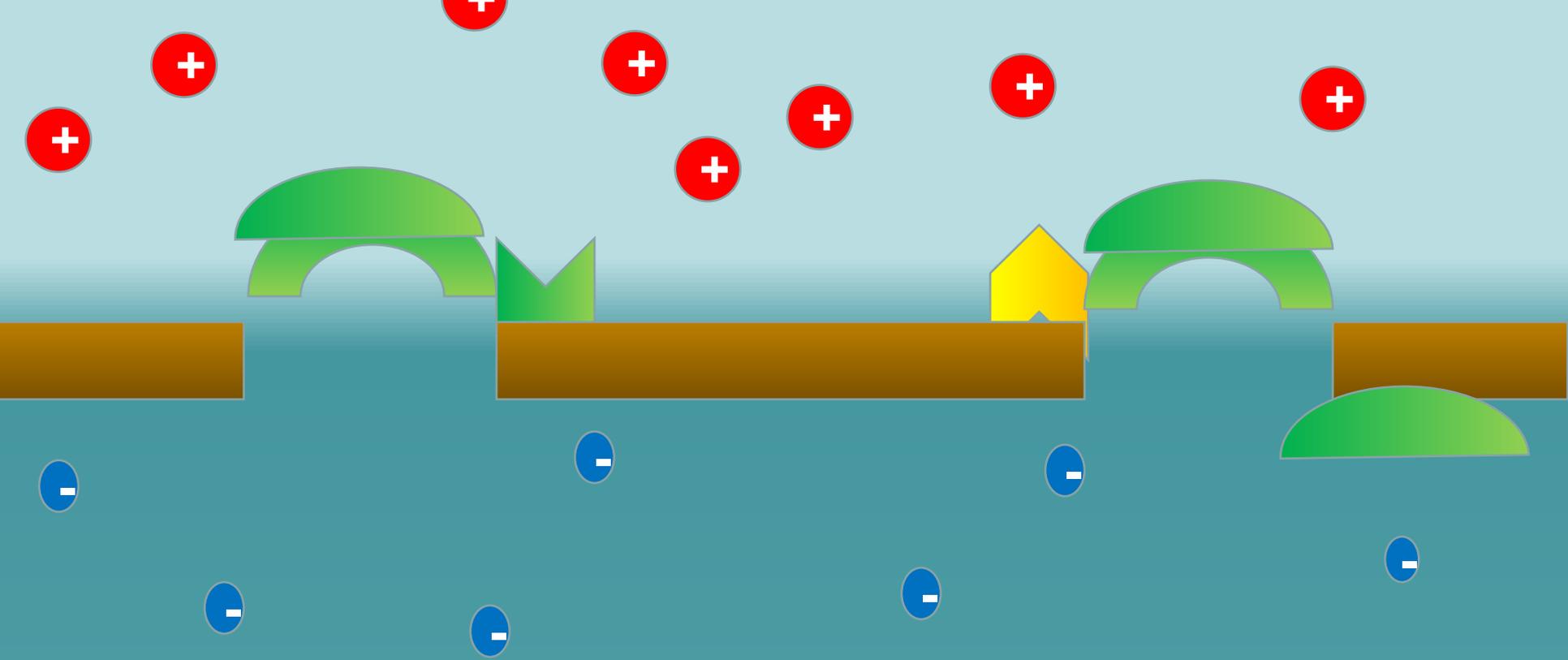
- Огромное количество синапсов на дендритах и теле одновременно вызывают много локальных ВПСП и ТПСП.
- ПД возникает как результат суммации этих потенциалов.
- ПД возникает, если уровень мембранного потенциала достигает порога в начальном сегменте (триггер-зоне) аксона.

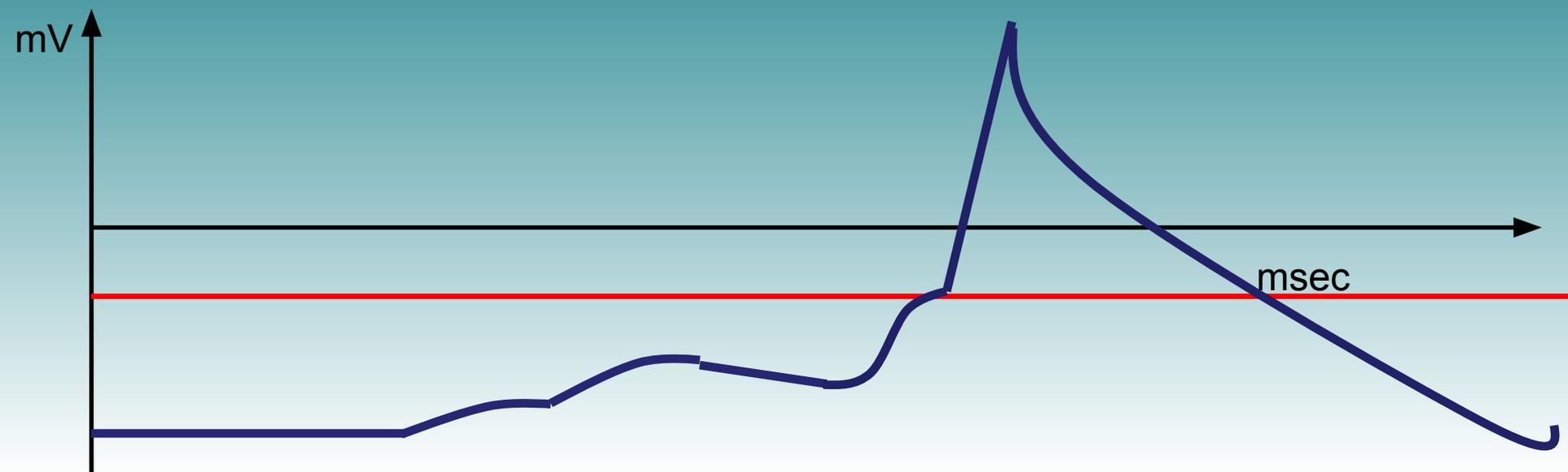
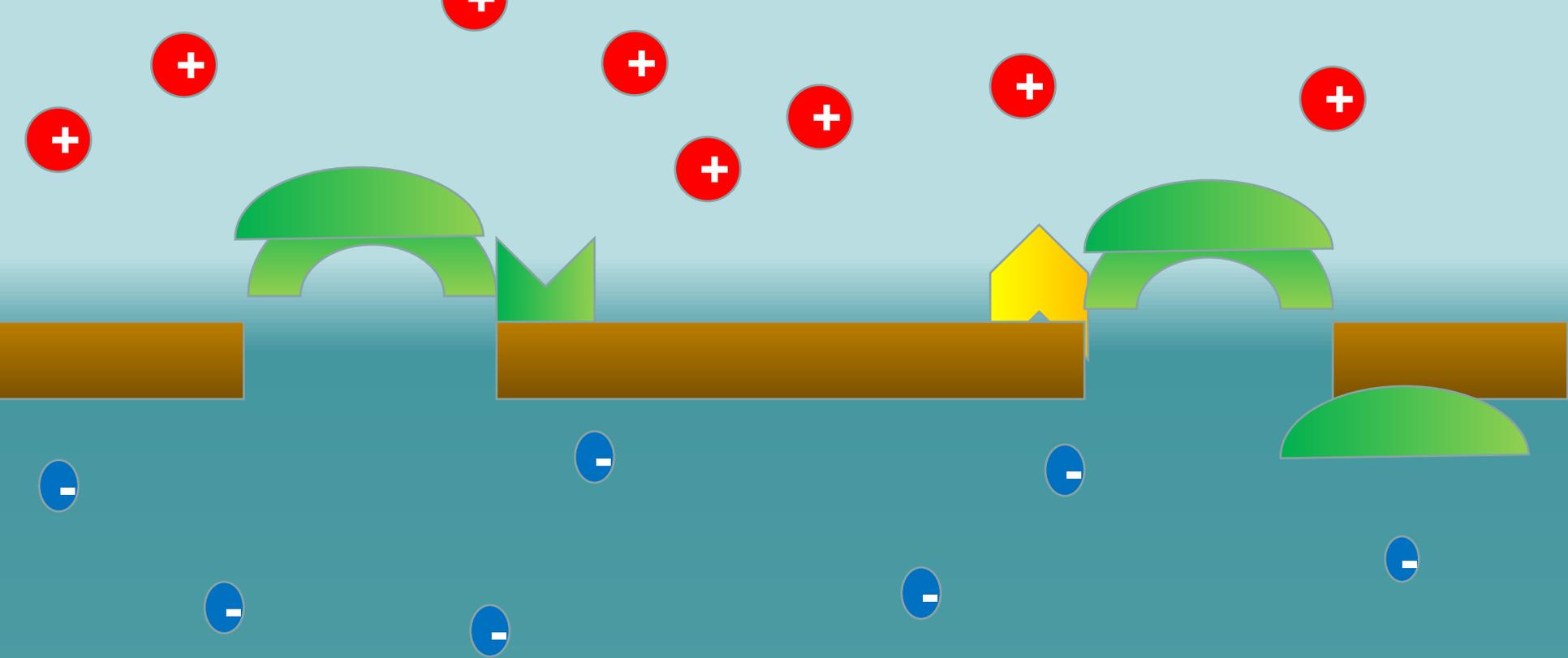
- ВПСП, вызванный одним синапсом **недостаточен** для вызывания ПД.
- На нейрон одновременно приходит много сигналов по разным синапсам.
- Каждый **ВПСП** изменяет мембранный потенциал (**деполяризация**), приближая его к порогу.
- Каждый **ТПСП** изменяет мембранный потенциал (**гиперполяризация**), отдаляя его от порога.

- Если в сумме все сигналы дадут значение, достигающее порога, то возникнет потенциал действия.
- Это называется **пространственной суммацией**

# Временная суммация

- ВПСП длится около 15 мсек после закрытия каналов, во время которых значение плавно возвращается к уровню ПП.
- Если в это время новый сигнал снова откроет каналы, то деполяризация усилится и может достичь порога.





## Раздел 2.

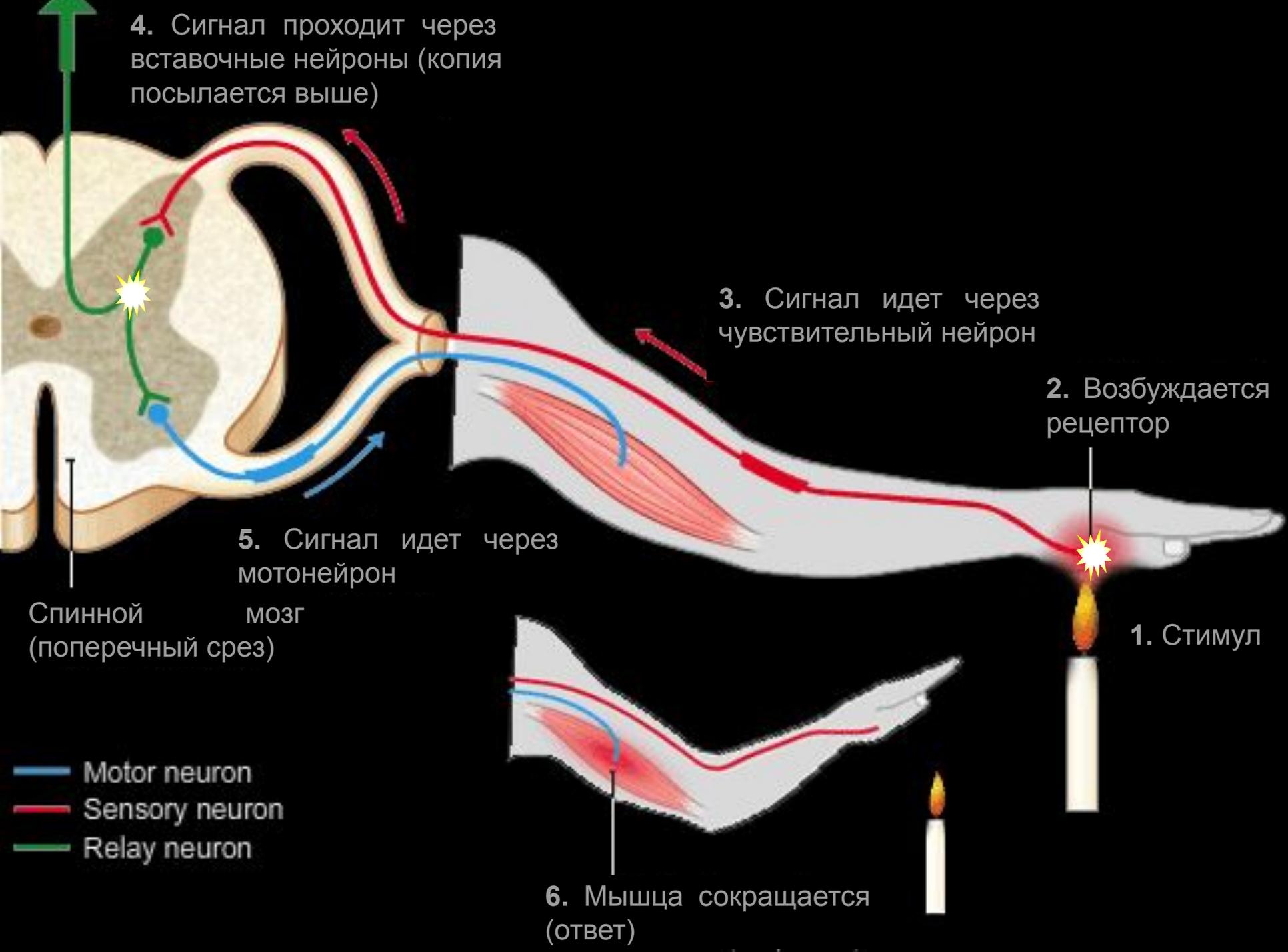
# Основные принципы работы ЦНС. Рефлекс

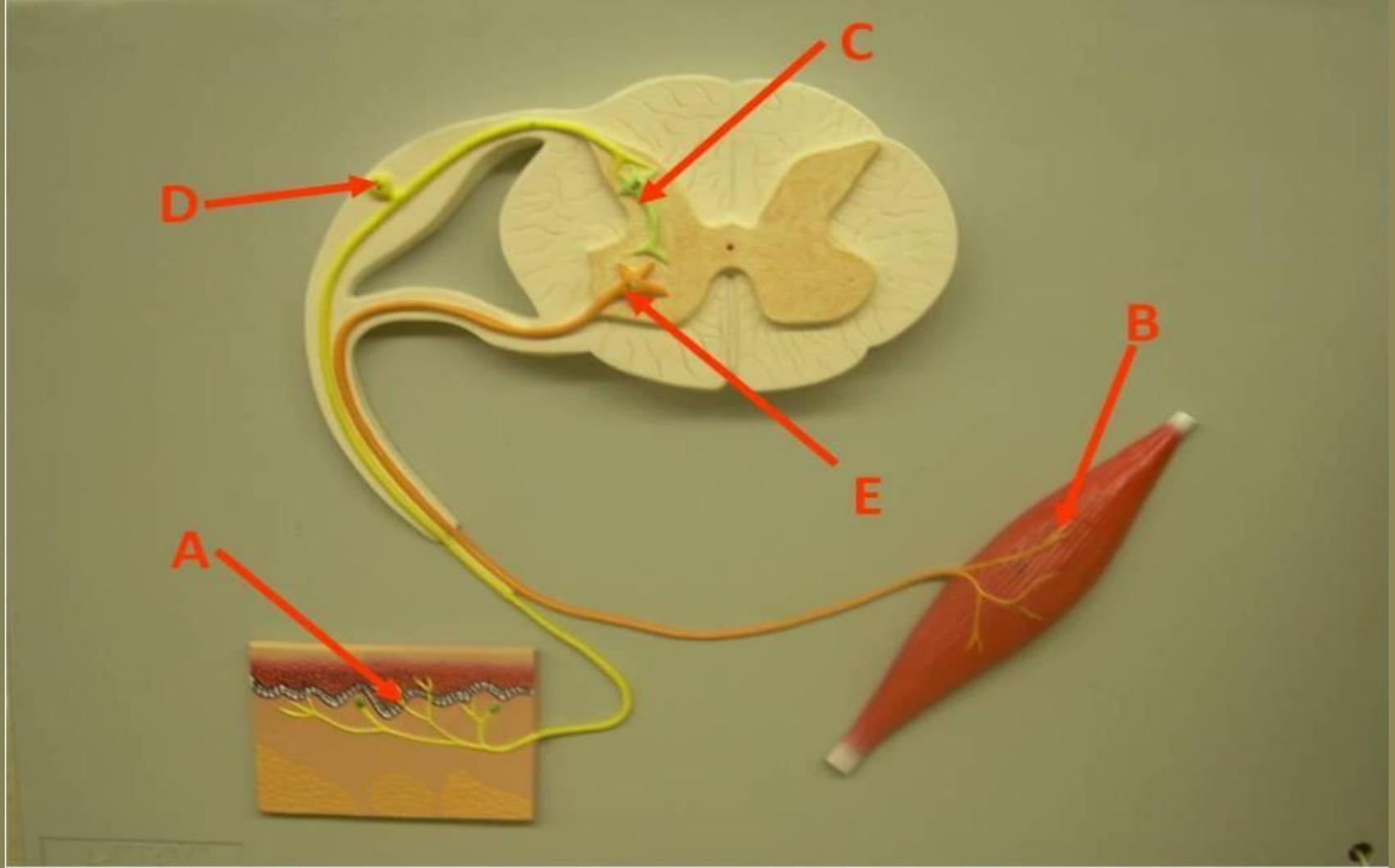
# Рефлекс

**Рефлекс** (от латинского *reflexus* - отраженный) - стереотипная реакция организма на раздражитель с использованием центральной нервной системы.

# Структура рефлекторной дуги

- Чувствительная часть.
- Центральная часть.
- Двигательная часть.





A+D – чувствительная часть.

C – центральная часть.

B+E – двигательная часть.



Нервные

центры

# Учебные вопросы.

1. Понятие нервного центра.
2. Свойства нервных центров.

# Нервный центр

Группа нейронов в ЦНС имеющая свою специфическую организацию, объединенные

- 1) специфическим уникальным способом обработки сигнала и
- 2) выполнением общей функции.

Количество клеток в разных центрах различно – от нескольких десятков, до сотен тысяч.

# Свойства нервных центров.

1. Одностороннее проведение возбуждения.
2. Центральная (синаптическая задержка).
3. Посттетаническая потенция.
4. Трансформация ритма возбуждения.
5. Тонус.
6. Пластичность.
7. Низкая лабильность.
8. Утомляемость.

# Одностороннее проведение возбуждения.

- Нейроны и их синапсы могут проводить возбуждение только в одном направлении.
- Из-за этого импульс в нервном центре всегда движется от афферентной части к эфферентной.

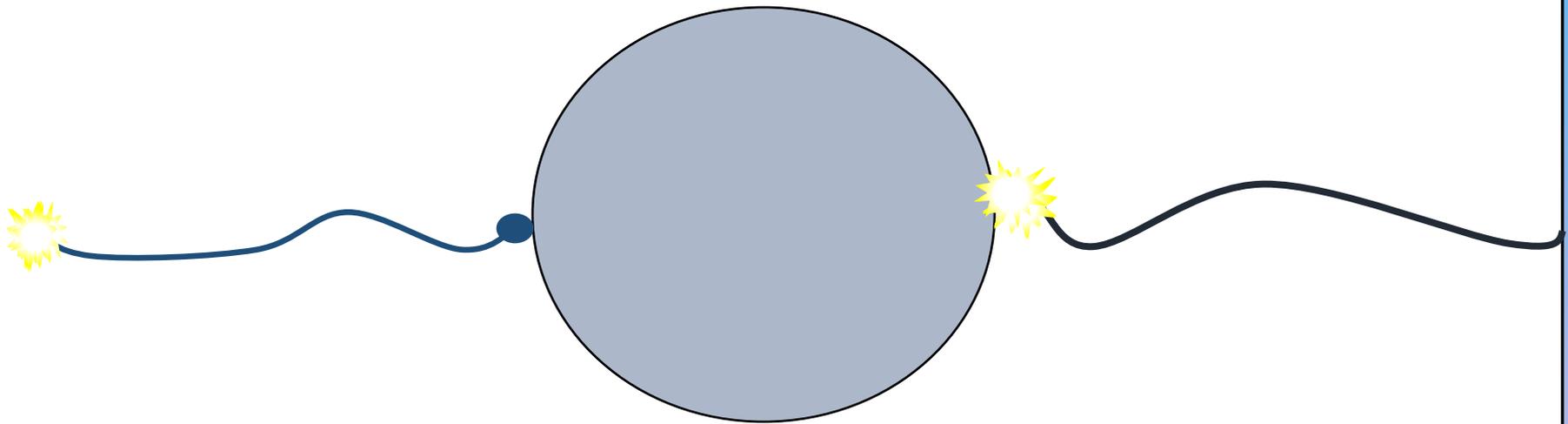
# Центральная задержка.

- Выделение медиатора в синаптическую щель, его связывание с рецепторами, открытие ионных каналов и последующее развитие возбуждения — все это процессы требующие времени.
- Каждый нервный центр пропускает сигнал через десятки и сотни синапсов.
- Сумма времени, затраченного на передачу импульса в каждом синапсе проявляется в виде задержки между получением сигнала и ответа нервного центра.

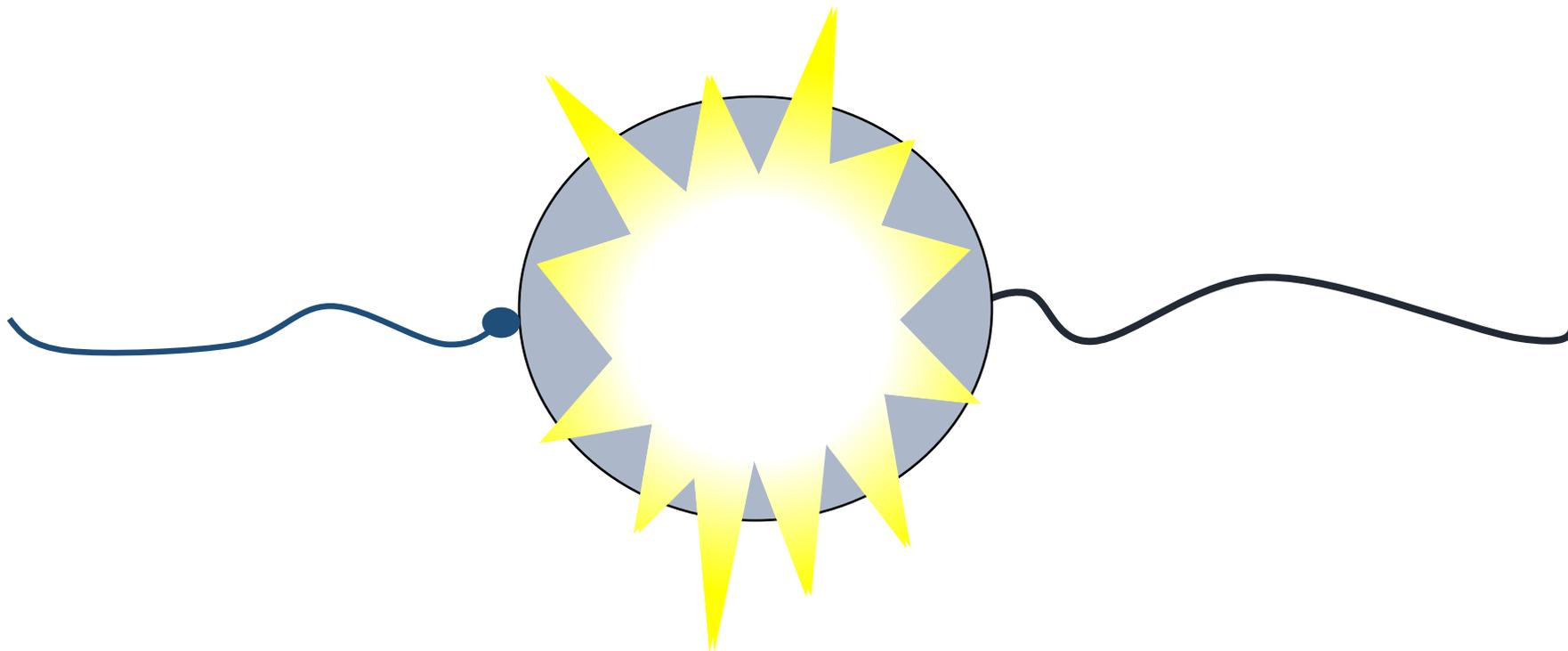
# Посттетаническая потенция.

Уменьшение порога возбудимости и увеличение силы ответа после длительной стимуляции с высокой частотой.

# Трансформация ритма возбуждения.



Тонус.



# Пластичность.

Способность нервных центров изменять свои свойства и способ обработки сигнала

## Низкая лабильность.

Максимальная частота передачи импульса – около 50 Гц.

Для сравнения нервная клетка может передавать импульсы с частотой до 500 Гц.

## Утомляемость нервных центров.

- Утомляемость – свойство синапсов.
- Оно возникает из-за того, что при частом прохождении импульса расходуются все молекулы медиатора, а новые не успевают синтезироваться.

# Виды движения возбуждения.

1. Суммация.
2. Облегчение.
3. Окклюзия.
4. Дивергенция.
5. Конвергенция.
6. Иррадиация и индукция.
7. Последствие.
  - Синаптическое.
  - Reverberatory (Oscillatory) Circuit.

## Суммация.

- Изменение свойств импульсов из-за увеличения силы или частоты раздражителя называют суммацией.
- !!! Не путать с суммацией в теле нейрона.

Есть два способа:

- Временная суммация.
- Пространственная суммация.

## Пространственная :

- Слабый сигнал возбуждает меньше волокон, чем сильный.

## Временная

- Увеличение силы сигнала вызывает увеличение частоты нервных импульсов.

## Облегчение

- Каждый входной нейрон может возбудить определенное количество нейронов в пуле.
- Если сигналы пришли по нескольким нейронам количество возбужденных клеток пула может быть больше, чем сумма сигналов.
- Это – облегчение.

## Механизм облегчения

- Аксон может иметь много окончаний с синапсами.
- Эти окончания могут соединяться с аксонами только одного нейрона.
- Чем больше синапсов между клетками, тем больше будет изменение мембранного потенциала на втором нейроне. (пространственная суммация)

- Если много синапсов одновременно выделили медиатор, то уровень деполяризации достигнет порога и возникнет ПД
- Если синапсов недостаточно, то ПД не возникнет.
- Однако, уровень МП будет близок к порогу, из-за чего слабый одиночный сигнал сможет вызвать ПД.
- Если одна клетка облегчена одновременно двумя или более входящими нейронами, она сделает ПД.
- Входящие нейроны одновременно могут облегчить одну и ту же клетку, что даст ее возбуждение.
- Из-за этого количество возбужденных клеток пула может быть больше, чем сумма входящих сигналов.

- Аксон может соединяться через синапсы с дендритами разных нейронов.
- Одна группа этих нейронов будет создавать ПД (много синапсов).
- Нейроны соединенные маленьким числом синапсов будут в состоянии облегчения.

## Окклюзия

- Количество возбужденных клеток может быть меньше, чем сумма входящих сигналов.
- Это называется окклюзией.

## Механизм окклюзии

- Один нейрон пула может возбуждаться несколькими входящими нейронами.
- Если их импульсы пришли одновременно, то возникнет только один ПД.
- Сигнал который придет чуть позже попадет на рефр период. И не даст второго ПД
- Поэтому количество возбужденных клеток пула может быть меньше суммы пришедших сигналов.

## Дивергенция

- Возбуждение одного входного нейрона порождает возбуждение нескольких других.

Существует два типа дивергенции.

1. Amplifying type.

Сигналы распространяются в одном направлении.

2. Divergence into multiple tracts.

Нейрон передает сигнал нескольким другим клеткам, которые передают его в разных направлениях.

## Конвергенция.

- Много нервных окончаний от разных нефронов с разных отделов ЦНС связаны с одним нейроном.

## Иррадиация и индукция.

- Иррадиация – процесс распространения возбуждения или торможения на окружающие нервные центры.

•Индукция - распространение  
противоположного процесса на соседние  
центры.

(возбужденный центр тормозит окружающие,  
или при торможении центра возбуждаются  
другие).

## Последствие.

- Один вошедший сигнал может вызвать ответ, который будет сохраняться долгое время после окончания действия этого сигнала.

## Два типа последствий

- Synaptic Afterdischarge.
- Reverberatory (Oscillatory) Circuit.

## Synaptic afterdischarge.

- Некоторые медиаторы остаются связанными с рецептором длительное время (от десятков миллисекунд до нескольких секунд)
- Все это время остаются открытыми ионные каналы, из-за чего ВПСП долгое время превышает порог.
- Поэтому клетка генерирует ПД снова и снова.

- Реверберирующие контуры могут быть простыми (несколько нефронов), а могут быть сложными (десятки, сотни, тысячи)
- Эти нейроны могут возбуждать и тормозить другие центры, что помогает в регуляции количества и частоты импульсов.

# **Виды взаимодействия нервных центров.**

1. Принцип реципрокности.
2. Принцип общего конечного пути.
3. Принцип доминанты.
4. Принцип обратной афферентации.

# Реципрокность.

Сопряженное торможение других центров,  
которые вызывают противоположный  
эффект

## Принцип общего конечного пути.

- Любая рефлекторная дуга, независимо от ее сложности, имеет двигательную часть.
- Двигательная часть – мышца и нейрон, который посылает к ней импульсы.
- Все мышцы иннервируются  $\alpha$ -мотонейронами передних рогов спинного мозга (либо их аналогами в стволе).
- Таким образом, путь любого сигнала рано или поздно заканчивается на мотонейроне.
- $\alpha$ -мотонейрон спинного мозга – общий конечный путь всех нервных центров ЦНС.

## Принцип доминанты.

- Возбужденный нервный центр может тормозить другие центры и ядра.
- Из-за этого все импульсы, поступающие в этот отдел ЦНС будут направляться именно в этот центр.
- Такой нервный центр называется доминантным.

Принцип обратной афферентации.

**ЛЕКЦИЯ ЗАКОНЧЕНА,**

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**