

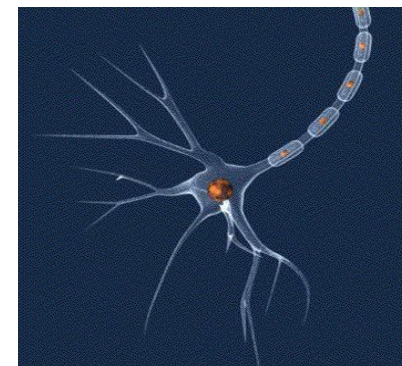


## Лекция 3

# Физиология нервных волокон

### План

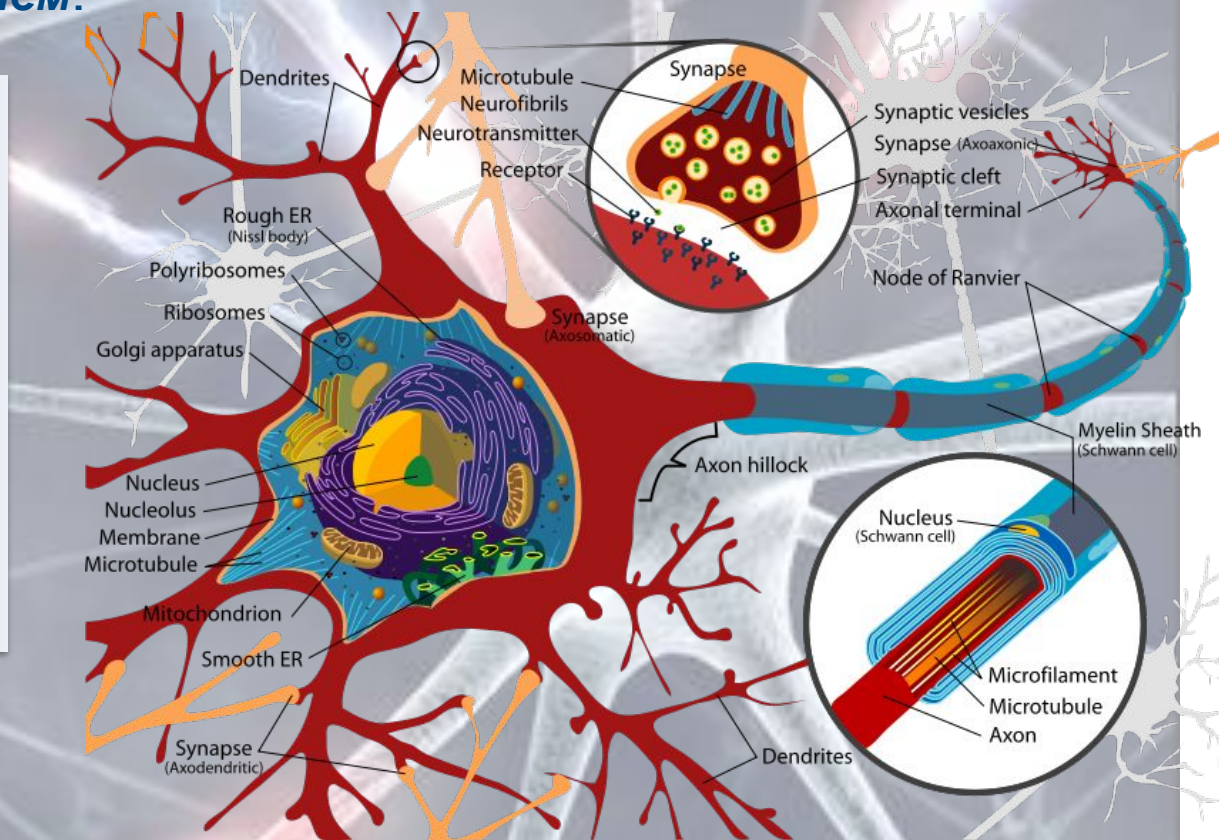
1. Особенности строения и функций нервных волокон.
2. Строение и виды синапсов. Передача возбуждения в нервно-мышечном синапсе.
3. Законы проведения возбуждения в нерве.
4. Лабильность. Пессимум и оптимум силы и частоты раздражения. Парабиоз.
5. Методы изучения нервной системы.



# 1. Особенности строения и функций нервных волокон

Связь всех органов и тканей организма осуществляется **нейрогуморальным путем.**

Нервная система состоит из **нейронов** (клеток с отростками: короткие – *дендриты*, длинный – *аксон*), **рецепторов, синапсов, нервных волокон.**



# Нервные волокна

## Миелиновые или мякотные

Иннервируют скелетную мускулатуру (соматическая НС)

1. Осевой цилиндр (аксон).
2. Шванновская оболочка.
3. Миелиновая оболочка.
4. Перехваты Ранвье.

Функция миелиновой оболочки – трофическая, участие в изоляции.

- **Перехваты Ранвье** – источник передачи возбуждения.

## Безмиелиновые или безмякотные

Иннервируют внутренние органы (вегетативная НС).

Не имеют миелиновой оболочки, аксон окружает только шванновская оболочка, есть межтканевая жидкость –

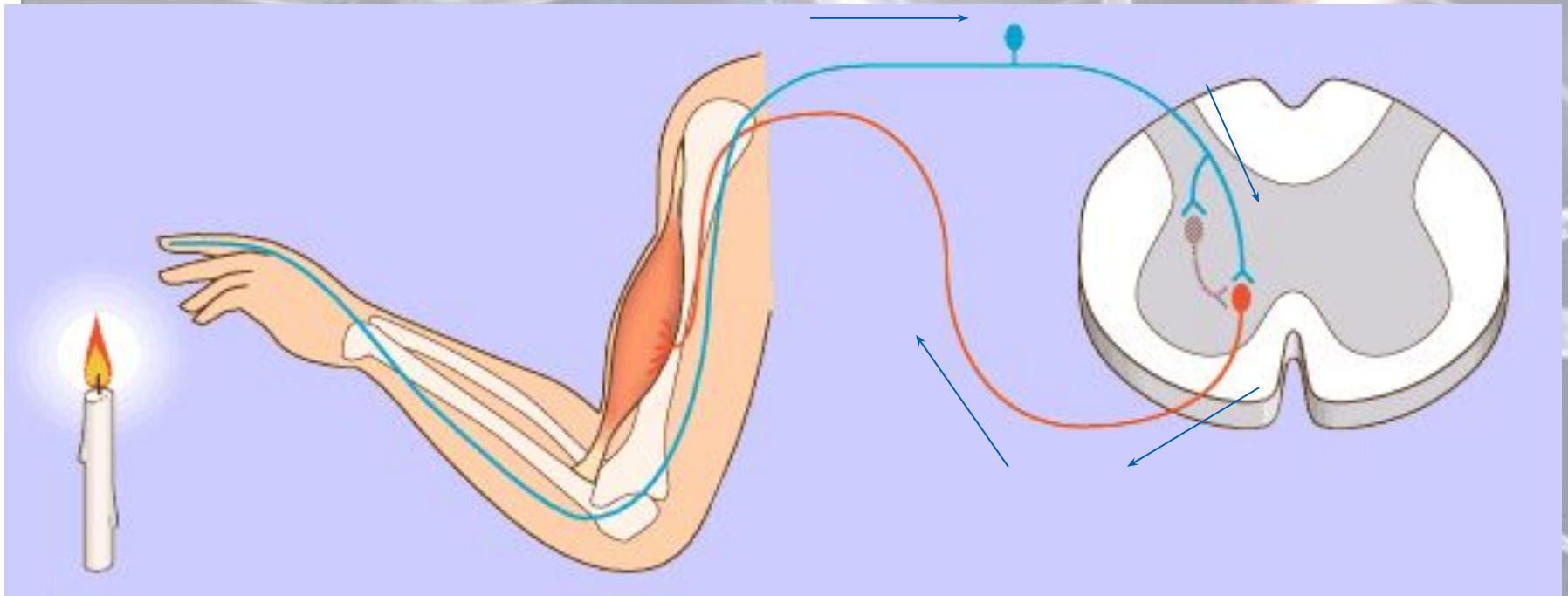
**аксоплазма** - сложное вещество, которое включает фибриллярные белки, свободные аминокислоты и митохондрии.

*Основную роль в проведении возбуждения играет мембрана.*



# Нервные волокна по функциональному значению

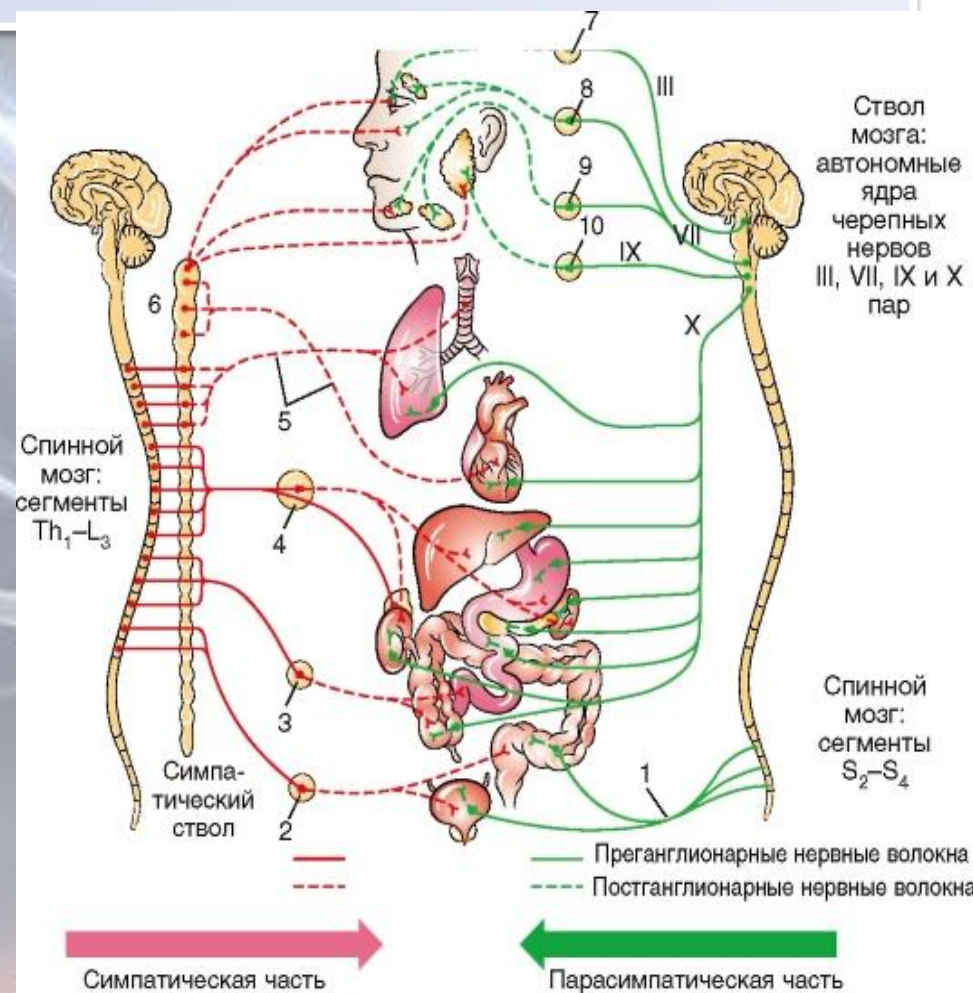
**1. Соматические** – иннервируют скелетную мускулатуру, кровеносные сосуды и органы чувств.



# Нервные волокна по функциональному значению

**2. Вегетативные (симпатические и парасимпатические) – иннервируют внутренние органы.**

Симпатические структуры располагаются в грудно-поясничном отделе спинного мозга, а парасимпатические – в головном мозге и крестцовом отделе спинного мозга.



# Нервные волокна

Нервные волокна **по скорости проведения возбуждения и диаметру волокон** делят на 3 основные группы:

## Тип А –

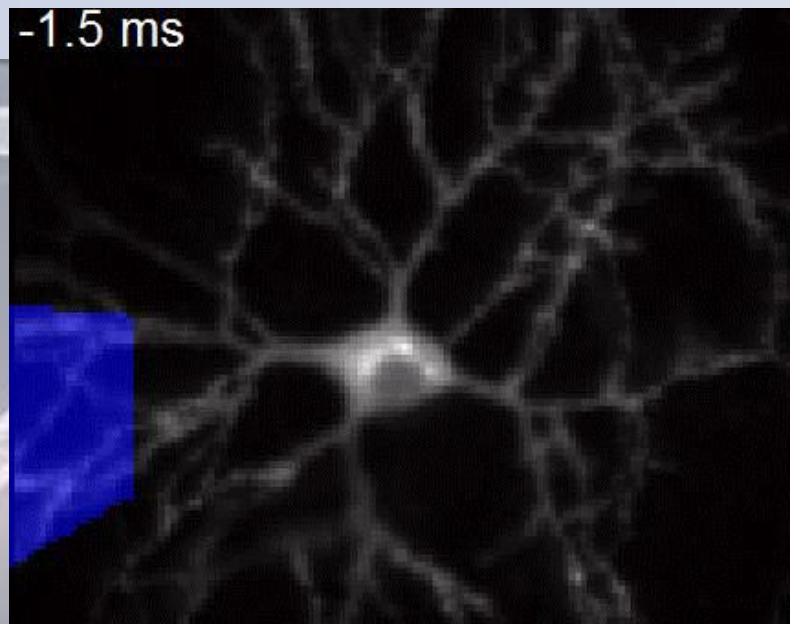
миелиновые:  **$A\alpha$**  – самые толстые, диаметр 10-20 мкм и самая высокая скорость проведения возбуждения – 60-120 м/с;  **$A\beta$**  – 7-15 мкм и 40-90 м/с.  **$A\gamma$**  – 4-8 мкм и 15-30 м/с,  **$A\delta$**  – 3-5 мкм и 5-25 м/с, соответственно, двигательные волокна соматической НС и чувствительные волокна кожных рецепторов (тактильных, температурных, болевых) и проприорецепторов.

## Тип В –

миелиновые,  
скорость 3-15 м/с, диаметр 1-3 мкм,  
преганглионарные волокна  
симпатической НС.

## Тип С –

безмиелиновые,  
маленький диаметр 0,3-1,0 мкм,  
скорость низкая – 0,5-2,0 м/с,  
большинство постганглионарные  
волокна симпатической НС.



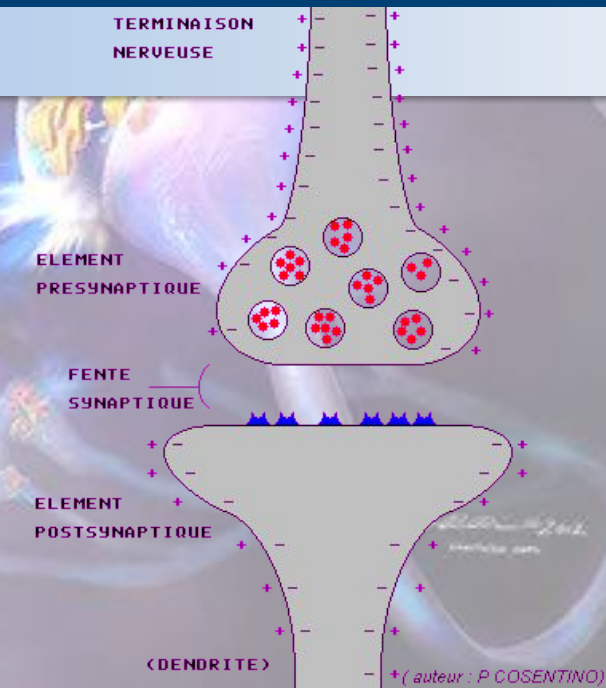
## 2. Строение и виды синапсов.

### Передача возбуждения в нервно-мышечном синапсе

Передача возбуждения от нервных клеток к органу или от одного нейрона к другому происходит через **синаптическую связь** или **синапс** (от греч. *synapsis* – соединение, связь) – особый тип прерывистых контактов между клетками, приспособленных для односторонней передачи возбуждения или торможения от одного элемента к другому.

#### Компоненты синапса

- **пресинаптическая мембрана** (обычно утолщенное окончание пресинаптического аксона);
- **постсинаптическая мембрана** (участок клетки, к которому подходит пресинаптическое окончание);
- **синаптическая щель** (в синапсах с электрической передачей она отсутствует).



# Классификация синапсов

## ■ По локализации

1. **Центральные** (головной и спинной мозг).
2. **Периферические** (органы и ЦНС).
3. **Межнейронные** (между отдельными клетками – нейронами).

## ■ По проводимости импульса

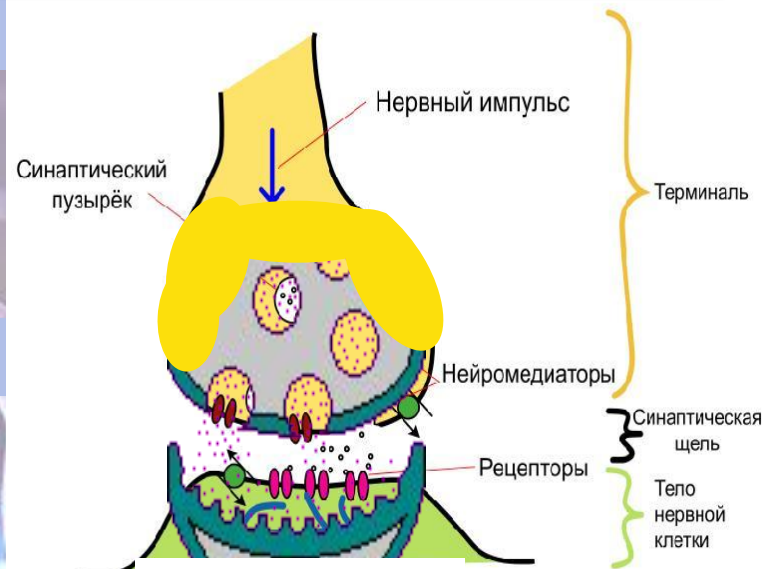
1. **Химические** (медиатор).
2. **Электрические** (электрический импульс).
3. **Электрохимические** или **смешанные**.

## ■ По функциям

1. **Возбуждающие** – выделяют медиаторы: *адреналин, норадреналин, ацетилхолин*.
2. **Тормозные** – связаны с аминокислотой – *глицином, ГАМК (Гамма-аминомасляная кислота)*.

## ■ По природе действующего агента

1. **Холинергические** (*ацетилхолин*).
2. **Адренергические** (*адреналин, норадреналин*).



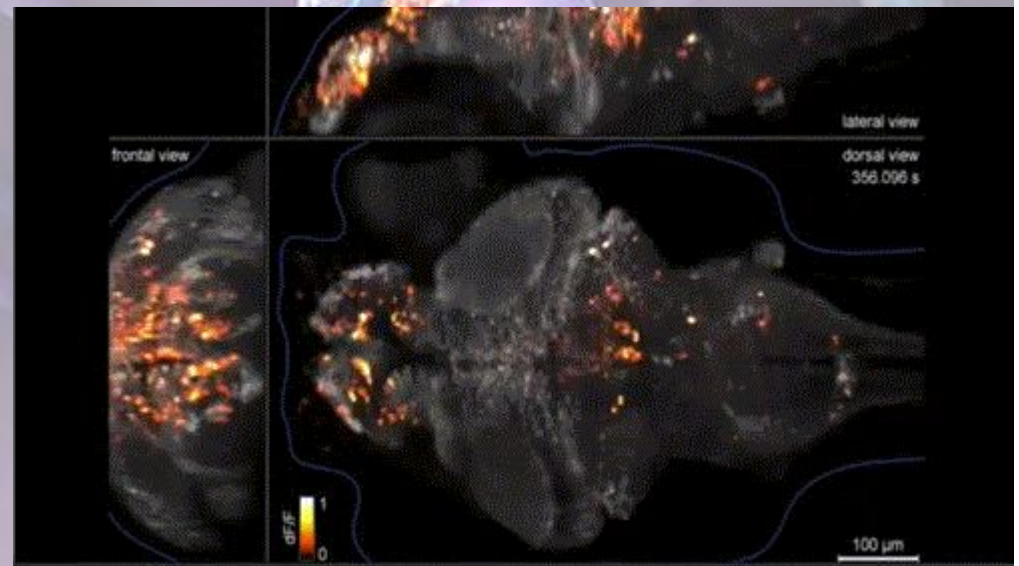


- Для **симпатических нервов** медиатором является, преимущественно, **адреналин**.

- Для **парасимпатических нервов** медиатором является, преимущественно, **ацетилхолин**.

В **простейшем синапсе** клетка иннервируется **одним** волокном – **аксоном** (нервно-мышечный синапс).

В **сложных синапсах** количество оканчивающихся **аксонов** может исчисляться **несколькими тысячами** (клетки головного мозга).



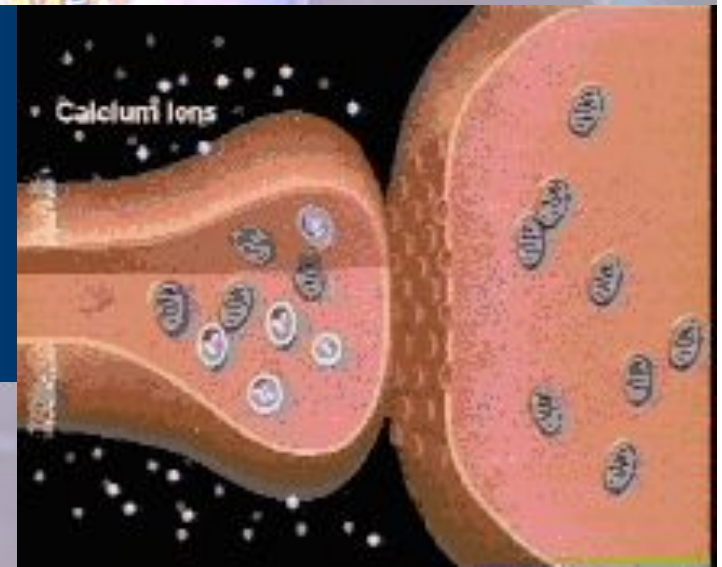
## Механизм передачи возбуждения через синапс

В пресинаптической мембране вырабатывается нейросекрет – медиатор. Электрический импульс, поступая в пресинаптическую мембрану, вызывает выделение медиатора в межсинаптическую щель и раздражает постсинаптическую мембрану, которая очень чувствительна к медиатору. →  
→ В ней сразу возникает потенциал действия, который передает возбуждение к мышце и она сокращается.

Для восстановления возбудимости постсинаптической мембраны необходимо исключение деполяризующего агента – медиатора, например, *ацетилхолина*.

Эту функцию выполняет локализованный в синаптической щели фермент *ацетилхолинэстераза*, которая гидролизует *ацетилхолин* до ацетата и холина. →  
→ Проницаемость мембраны возвращается к исходному уровню, и мембрана реполяризуется.

Этот процесс идет очень быстро: весь выделившийся в щель *ацетилхолин* расщепляется за 20 мс.



### 3. Законы проведения возбуждения в нерве

**1. Закон физиологической непрерывности проведения возбуждения.**

Возможно лишь при сохранении целостности волокна и нормальной функциональной активности ионных каналов мембраны.

**2. Закон двустороннего проведения возбуждения.** Возбуждение проводится по нервному волокну в обе стороны, от места раздражения.

**3. Закон изолированного проведения возбуждения.** Импульсы, распространяющиеся по одним волокнам, не переходят на другие и направляются лишь к тем клеткам, с которыми контактируют окончания данного нервного волокна. Обеспечивается электроизолирующими свойствами миелиновой оболочки, а в безмякотных - сопротивления межклеточной жидкости – аксоплазмы.

**4. Закон ритмичности возбуждения.** При одиночном раздражении нерв отвечает одиночным импульсом возбуждения, по мере увеличения частоты раздражения – частота возбуждения с ней сравнивается.



# Нервная импульсация

▪ Нервная импульсация характеризуется

1. По частоте возникающих импульсов (Гц).

2. По длительности (миллисек).

3. По амплитуде (мкВ-микровольт).

▪ По амплитуде импульсы бывают

1. Низкоамплитудные – 10-15 мкВ, 50-60 в сек.

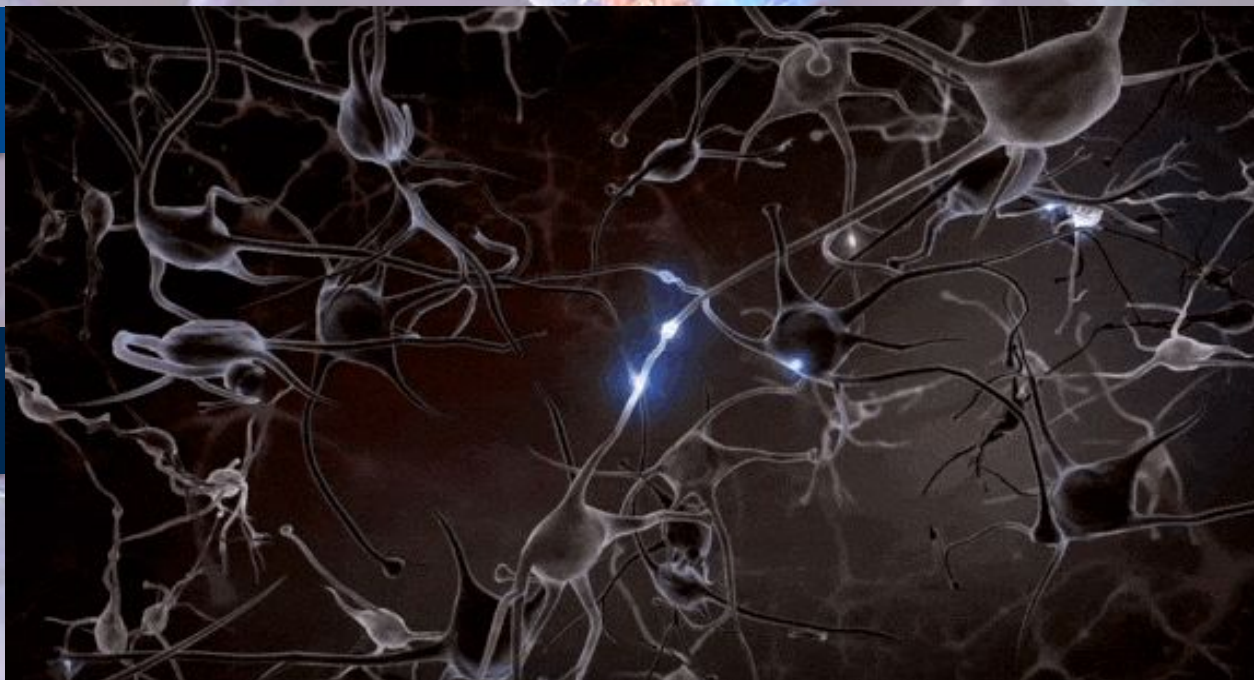
2. Высокоамплитудные – 15-50 мкВ, до 50 в сек.

*Спонтанная  
импульсация –*

импульсация в  
состоянии покоя.

*Вызванная  
импульсация –*

импульсация при  
возбуждении нерва.



## 4. Лабильность. Пессимум и оптимум. Парабриоз

**Лабильность** – функциональная подвижность или скорость процесса волнового возбуждения живой ткани.

*Определяется максимальным числом импульсов, на которые ткань может ответить.*

В зависимости от силы и частоты раздражения, на которые отвечает ткань, различают **оптимальные** и **пессимальные** эффекты.

**Оптимум** – наибольшая реакция, которая вызвана оптимальной силой и частотой раздражения.

**Пессимум** – тот наименьший эффект, который получается при сверхмаксимальной силе и частоте раздражения.

*Оптимум и пессимум зависят от лабильности.*



# Учение о парабиозе по Н.Е. Введенскому

**Парабиоз** (*parabiosis*; греч. *para* - около + *biosis* - жизнь) — состояние возбудимой ткани, возникающее под влиянием сильных раздражений и характеризующееся временной потерей способности к функционированию нерва (ткани) в связи с нарушением проводимости и возбудимости.



Н. Е. ВВЕДЕНСКИЙ

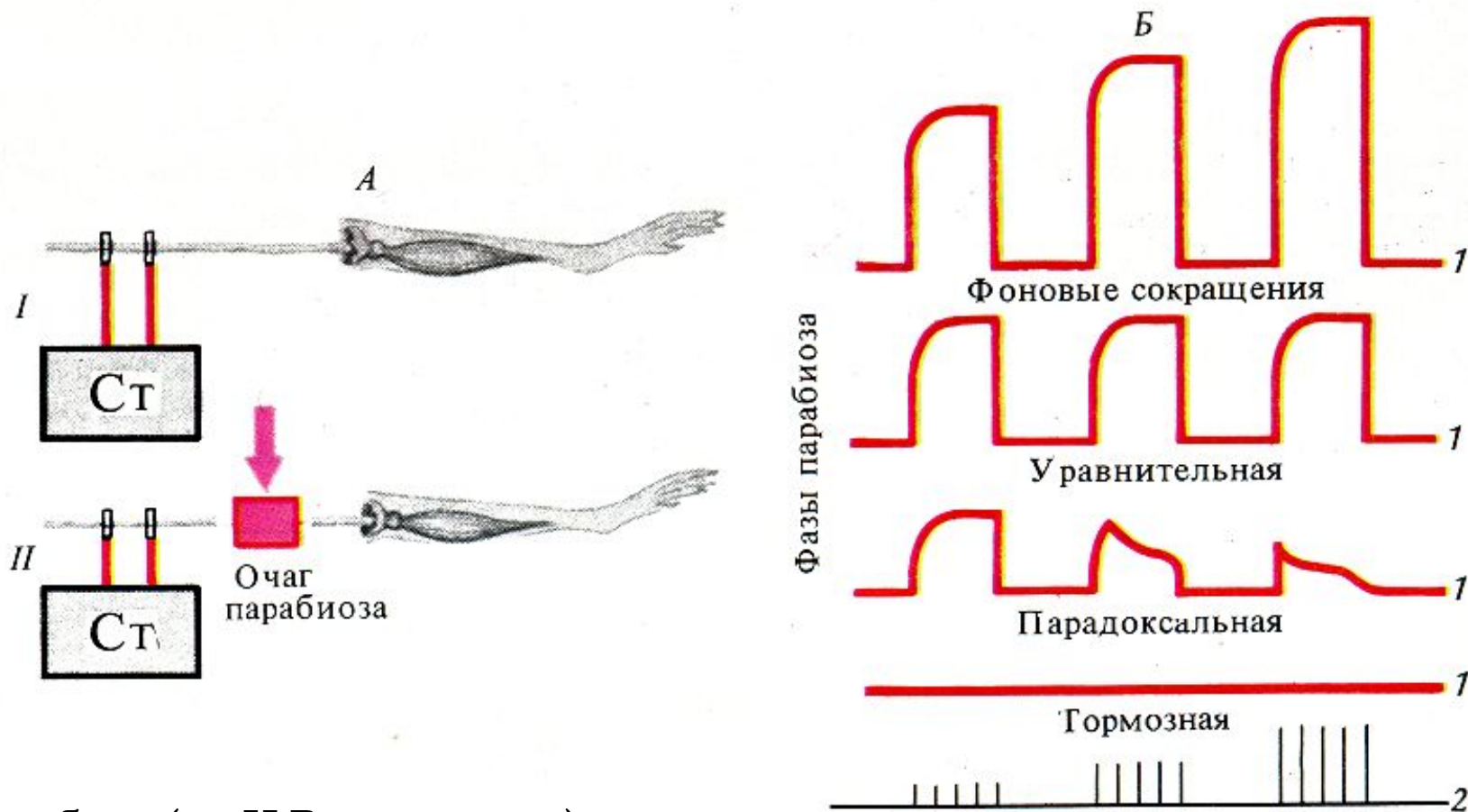
## 3 стадии

I стадия **уравнительная** (провизорная или трансформирующая) характеризуется выравниванием ответов на сильные, частые и умеренные раздражения;  
II стадия **парадоксальная** - характеризуется извращенным реагированием: сильные раздражения вызывают меньший эффект, чем умеренные;  
III стадия **тормозная** (тормозящая) - ни сильные, ни умеренные раздражения не вызывают видимой реакции: в ткани развивается торможение.

- *Чем выше лабильность, тем нужны большие силы и частоты для вызова парабиоза.*



# Учение о парабиозе по Н.Е. Введенскому



**Парабиоз (по Н.Введенскому):**

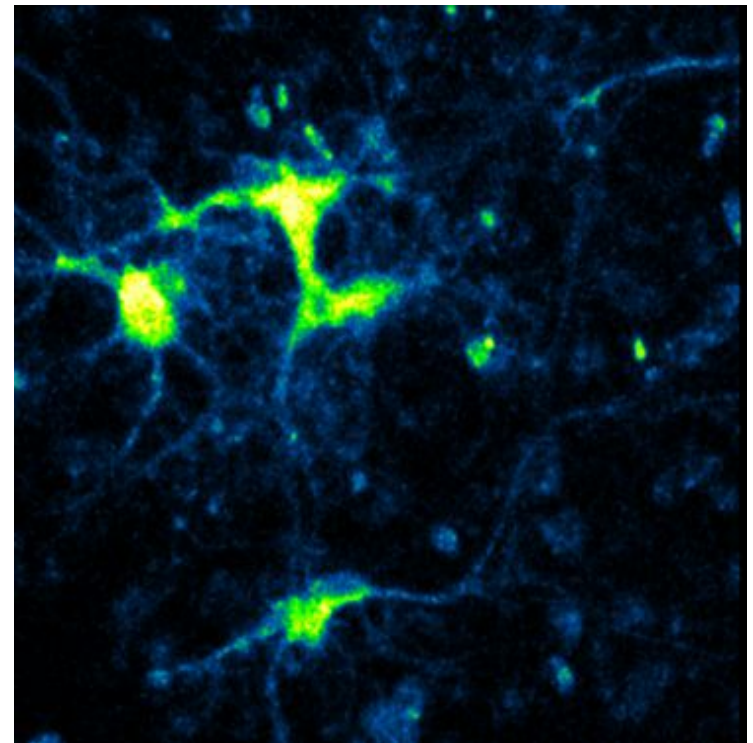
**А** – схема опыта: **I** – положение электродов, **II** – создание очага парабиоза;

**Б** – кривые мышечных сокращений (тетанусы) (1), при нарастающей силе

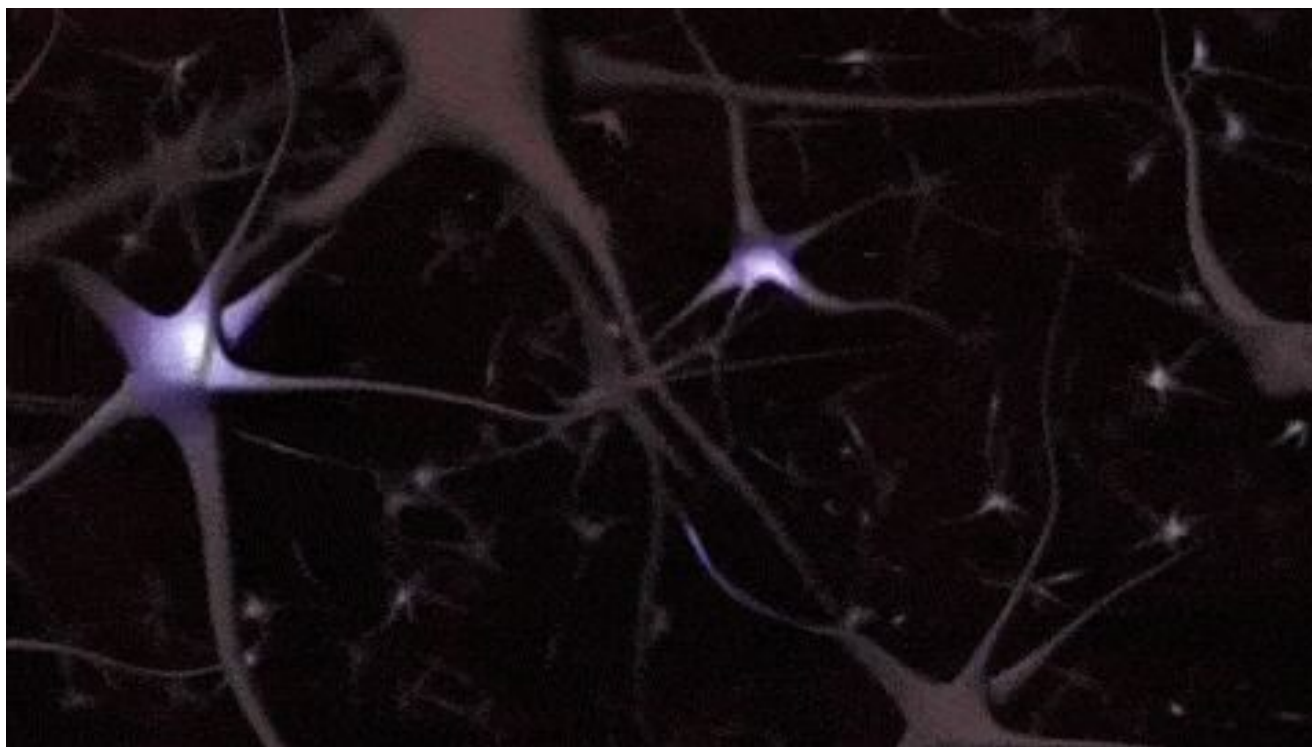
тока (2).

## 5. Методы изучения нервной системы

1. Экстерпация (удаление) или разрушение участков нервной системы, денервация органа;
2. Раздражение путем активирования (адекватное – раздражение электрическим импульсом; неадекватное – раздражение химическими соединениями) или подавления (блокирования передачи возбуждения под действием холода, химических агентов, постоянного тока);
3. **Электрофизиологический** – регистрация биотоков нервной системы с помощью чувствительной аппаратуры: вживление электродов для регистрации и для раздражения нервных структур;  
*Макроэлектродная* (целый нерв) и *микроэлектродная* (клетка) техника.
4. **Фармакологический** – введение в организм фармакологических средств и наблюдение за изменением функции органа.







**Спасибо за внимание!**

