

**ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ  
СИСТЕМЫ (ЦНС):  
Рефлекс. Нейрон. Синапс. Механизм  
проведения возбуждения через синапс**

*Проф. Мухина И.В.*  
Лекция №7  
Лечебный факультет

# КЛАССИФИКАЦИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

*по функциональному принципу*



*по топографическому принципу*



# Функции ЦНС:

- 1). Объединение и согласование всех функций тканей, органов и систем организма.
- 2). Связь организма с внешней средой, регуляция функций организма в соответствии с его внутренними потребностями.
- 3). Основа психической деятельности человека.

# Основной вид деятельности ЦНС – рефлекс

- Рене Декарт (1596-1650) - впервые понятие рефлекса как отражательной деятельности;
  - Георг Прохаски (1749-1820);
  - И.М. Сеченов (1863) «Рефлексы головного мозга», в котором впервые провозглашен тезис о том, что все виды сознательной и бессознательной жизни человека представляют собой рефлекторные реакции.
- Рефлексом** (от лат. *reflecto* - отражение) называется ответная реакция организма, возникающая на раздражение рецепторов и осуществляемая с **участием ЦНС**.

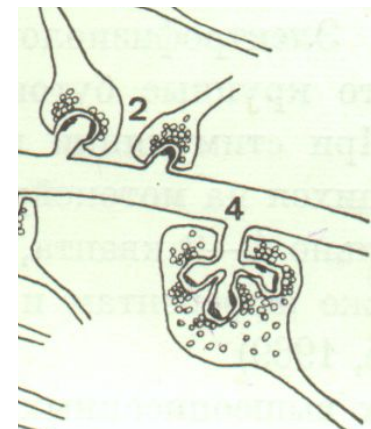
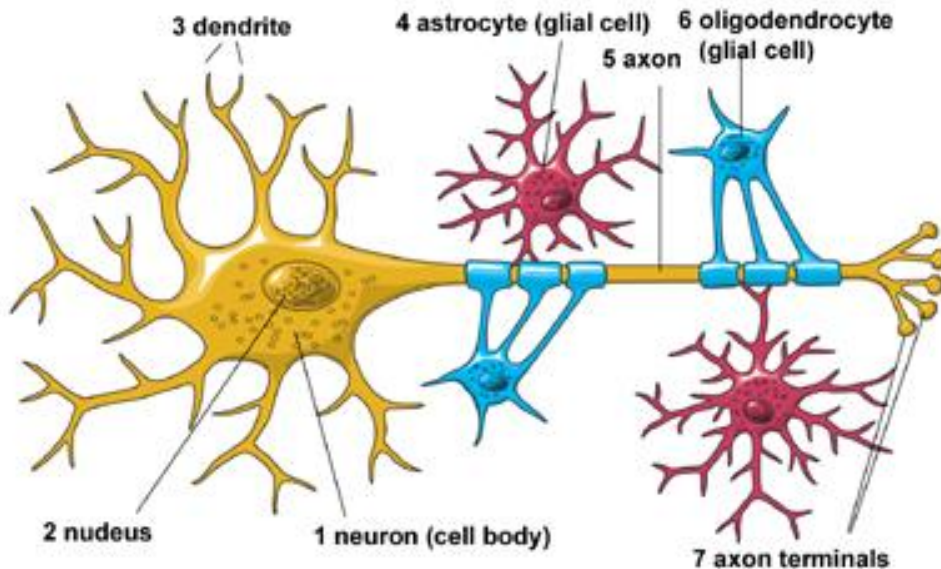
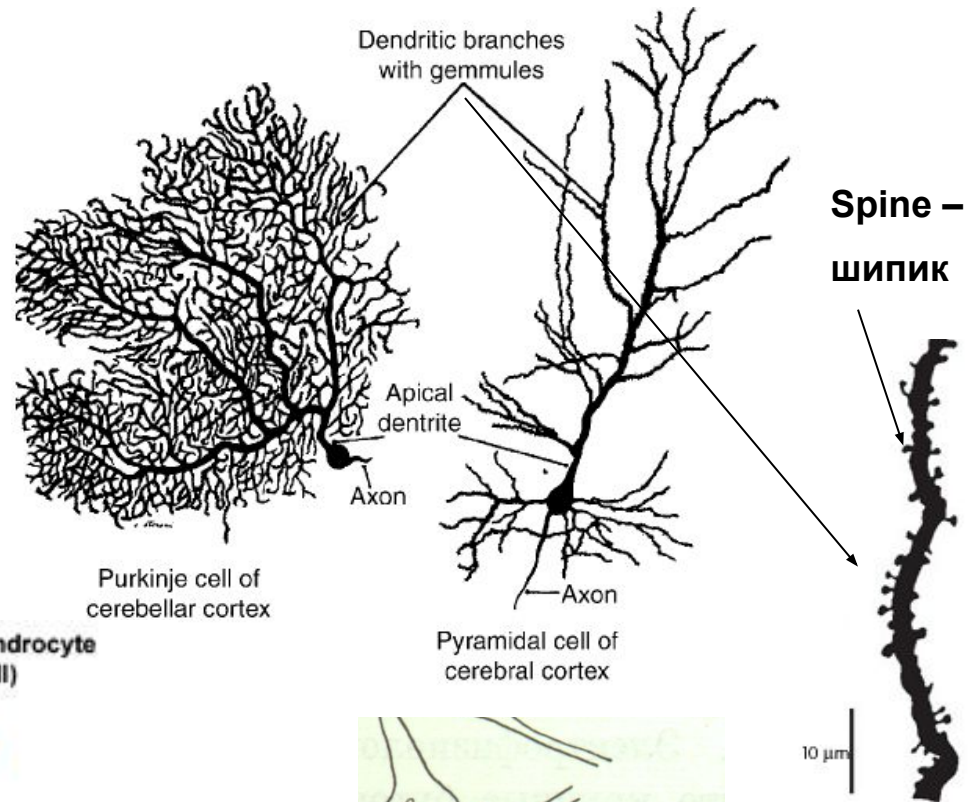
# В основе рефлекторной теории Сеченова-Павлова лежат три принципа:

1. Структурности (структурной основой рефлекса является рефлекторная дуга)
2. Детерминизма (принцип причинно-следственных отношений). Ни одна ответная реакция организма не бывает без причины.
3. Анализа и синтеза (любое воздействие на организм сначала анализируется, затем обобщается).
  - Академик П.К. Анохин добавил к этой теории принцип обратной связи (отображающий точность реакций и адаптацию)

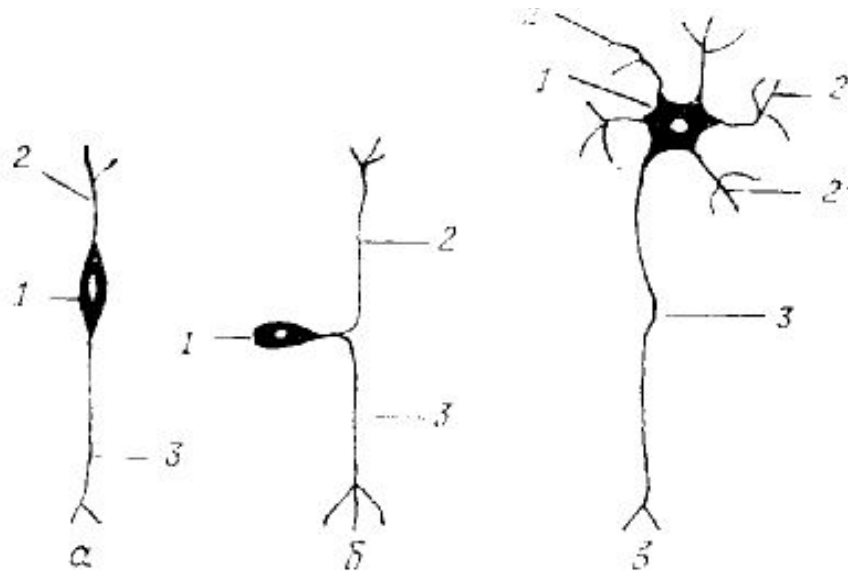
# Структура и функция нейронов

## Функции нейронов:

1. Интегративная;
2. Координирующая
3. Трофическая



# МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ФОРМЫ ЗРЕЛЫХ НЕЙРОНОВ



а — neuronum bipolare (биполярный нейрон);

б — neuronum pseudounipolare (псевдоуниполярный нейрон) — представляет собой разновидность биполярного нейрона;

в — neuronum multipolare (мультиполярный нейрон);

1 — corpus neuroni seu neurocyti (тело нейрона);

2—dendritum (дендрит);

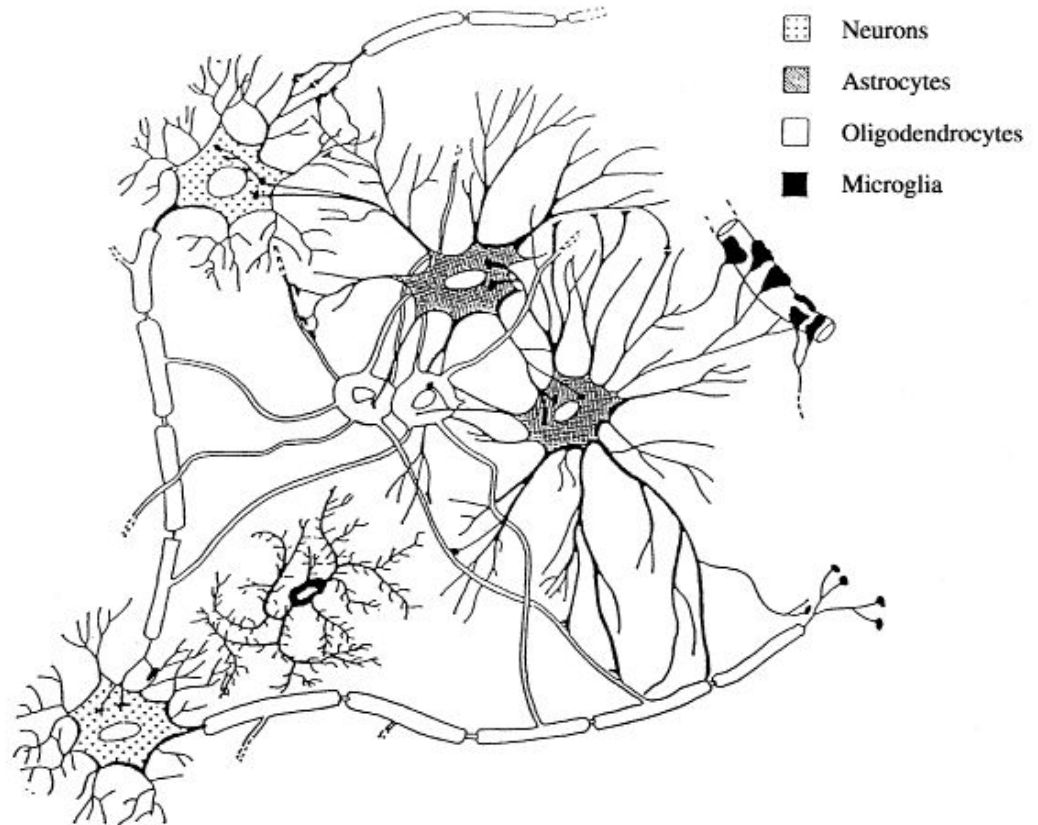
3 — axon, neuritum (аксон, нейрит)

## В зависимости от функции нейроны делятся на:

- рецепторные, чувствительные, афферентные. Их тела всегда лежат вне центральной нервной системы в чувствительных узлах черепных или спинномозговых нервов;
- промежуточные вставочные, замыкательные, ассоциативные. Они находятся в пределах центральной нервной системы;
- эффекторные, двигательные, эфферентные. Их тела находятся в центральной нервной системе и в вегетативных нервных узлах.

# Структура и функции глии

- Функции глии:
- 1. Защитная (микроглия способна к фагоцитозу),
- 2. Опорная
- 3. Изолирующая (невозбудимая ткань, олигодендроциты образуют миелиновую оболочку).
- 4. Обменная (астроциты снабжают нейроны питательными веществами)
- 5. Модуляция синаптической передачи импульса (астроциты)





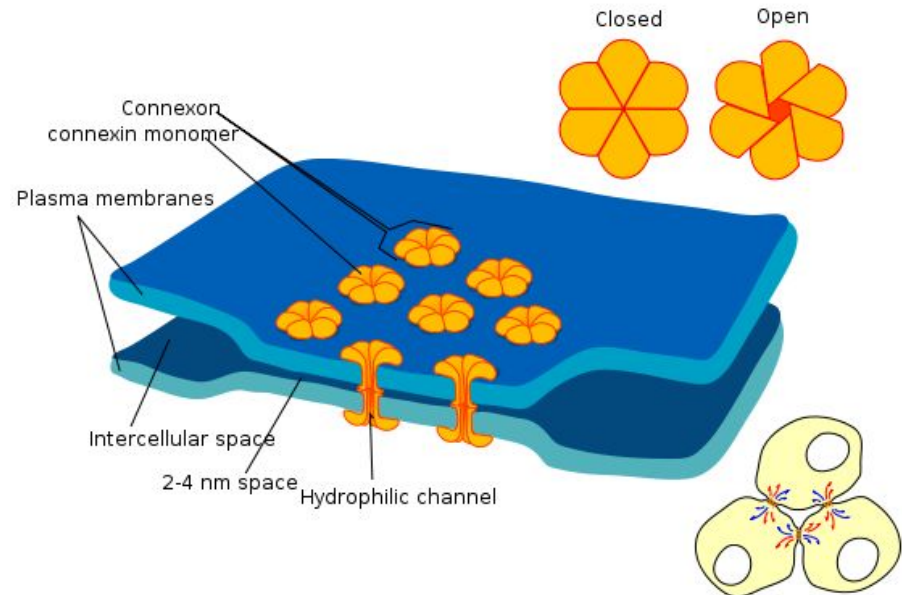
# Взаимодействие клеток мозга

Нейроны взаимодействуют друг с другом с помощью **синапсов**: электрических (=щелевой контакт) и химических;

Глиальные клетки взаимодействуют друг с другом с помощью **щелевых контактов**.

# Щелевой контакт

- способ соединения клеток в организме с помощью **белковых каналов (коннексонов)**. Через щелевые контакты могут непосредственно передаваться от клетки к клетке электрические сигналы (потенциалы действия), а также малые молекулы (с молекулярной массой примерно до 1.000 Д).
- Структурную основу щелевого соединения составляют **коннексоны — каналы, образуемые шестью белками-коннексинами**.
- В нервной системе щелевое соединение между нейронами встречается в так называемых электрических синапсах. Отдельные коннексоны обычно сосредоточены на **ограниченных по площади участках мембран — нексусах**, или бляшках (англ. plaque) диаметром 0,5-1 мкм. В области нексуса мембраны соседних клеток сближены, расстояние между ними составляет 2-4 нм.

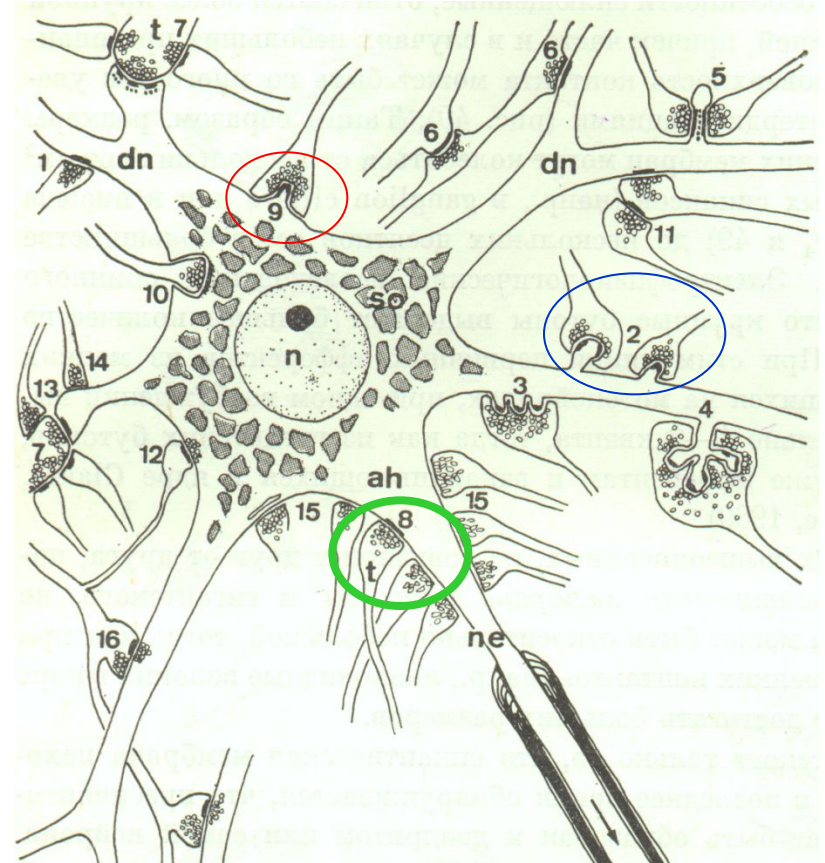


# СИНАПСЫ

- 1897 – Шеррингтон: «функциональный контакт между нейронами».
- **Синапс** (греч. σύναψις, от συνάπτειν — обнимать, обхватывать, пожимать руку) — место контакта между двумя нейронами. Служит для передачи нервного импульса между двумя клетками, причём в ходе синаптической передачи амплитуда и частота сигнала могут регулироваться.

Синапсы различаются по:

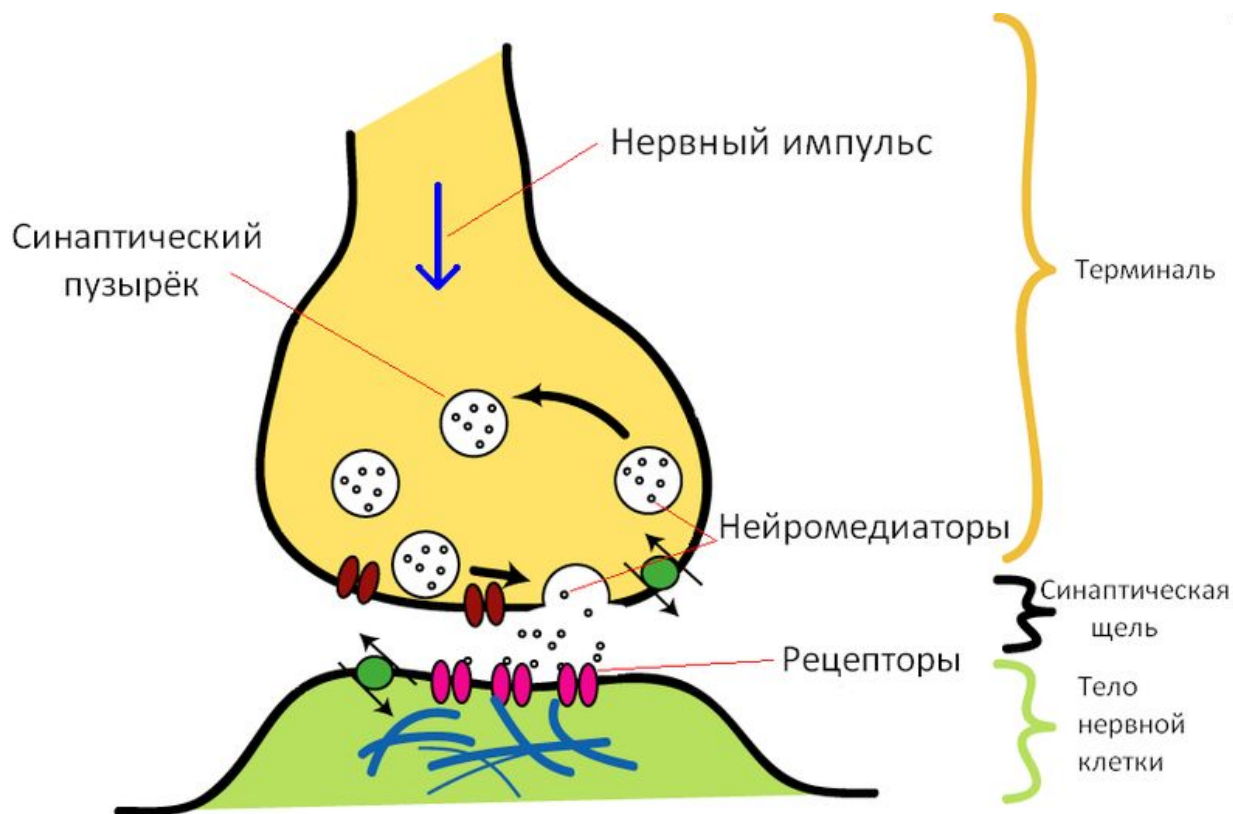
- механизму действия (электрический, химический, смешанный);
- локализации на поверхности нервной клетки (**аксосоматические**, **аксодендритические**, **аксоаксональные**); на поверхности миоцита - мионевральный синапс.
- функции (возбуждающие или тормозящие).



# СТРУКТУРА СИНАПСА

Синапс представляет собой сложное функциональное образование и состоит из:

1. пресинаптической мембраны;
2. синаптической щели;
3. постсинаптической мембраны.



# Нейротрансмиттеры

- - ацетилхолин,
- - амины - норадреналин, дофамин, серотонин, гистамин,
- - аминокислоты - глицин, гамма-аминомасляная кислота, глутамат, аспартат,
- - полипептиды – вещество P, энкефалины и эндорфины,
- - пуриновые основания - АТФ, аденин
- - газы – NO, CO.

Существует правило Дейла – каждый нейрон во всех своих пресинаптических окончаниях выделяет один и тот же медиатор, поэтому нейроны или синапсы иногда обозначают по типу медиатора (холинергические, адренергические, серотонинергические и др.).

Вместе с нейротрансмиттерами выделяются пресинаптическим окончанием нейромодуляторы – вещества, изменяющие выделение и активность нейротрансмиттеров (NO, CO, анандамид)

- Постсинаптическая мембрана имеет специализированные рецепторы к нейротрансмиттерам (ионотропные и metabotropic).
- **Ионотропные рецепторы** (ацетилхолиновый) структурно соединены с ионным каналом.
- **Metabotropic рецепторы** (норадренергические) соединены с хемочувствительными ионными каналами через ряд мембранных белков, запускающих каскад биохимических реакций с участием вторичных посредников, приводящих к открыванию канала.

# Этапы синаптической передачи

1. Деполяризация пресинаптической мембраны.
2. Увеличение проницаемости для  $Ca^{2+}$  (открываются потенциалзависимые каналы).
3. Выброс кванта медиатора в синаптическую щель методом экзоцитоза. При наличии  $Ca^{2+}$  везикула, подойдя к внутренней поверхности мембраны пресинаптического окончания в области активной зоны, сливается с пресинаптической мембраной.
4. Диффузия медиатора к постсинаптической мембране и соединение его с *рецептором* постсинаптической мембраны.
5. Открывание хемочувствительных ионных каналов постсинаптической мембраны. Белковые молекулы рецептора при «узнавании» специфического для него вещества изменяют свою конформацию, вследствие чего сразу (при взаимодействии с ионотропными рецепторами) или через ряд промежуточных биохимических реакций (при взаимодействии с метаботропными рецепторами) происходит открывание ионного канала.
6. Увеличение тока ионов через мембрану вызывает изменение заряда мембраны и формирование **локального ответа**.
7. В *возбуждающем синапсе* при открывании  $Na^{+}$  ионных каналов – **ВОЗБУЖДАЮЩИЙ ПОСТСИНАПТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ** (ВСПС).
8. В *тормозном синапсе* при открывании  $K^{+}$  или  $Cl^{-}$  ионных каналов - **ТОРМОЗНОЙ ПОСТСИНАПТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ** (ТПСП).
9. Возникновение потенциала действия (ПД) за счет суммации локальных ответов в зоне *аксонного холмика*, откуда ПД распространяется по аксону и на мембрану соседних участков клетки.
10. Удаление нейротрансмиттера из синаптической щели происходит несколькими путями: диффузией, ферментативным разложением, обратным захватом – эндоцитозом, глией

# ВОПРОСЫ СТУДЕНТАМ

- 1. Что такое синапс?
- 2. Какая клетка глии осуществляет трофическую функцию?
- 3. Назовите типы рецепторов на постсинаптической мембране.
- 4. Какой фактор является триггером к запуску экзоцитоза на пресинапсе?