

Гомельский государственный медицинский
университет

Кафедра нормальной и патологической
физиологии

ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЦНС



Лекция
для студентов 2 курса
Доцент Мельник С.Н.

План лекции

- 1. Центральная нервная система. Уровни интеграции в ЦНС.
- 2. Нейрон. Функциональная классификация нейронов. Физиологические свойства нервных клеток и функции структурных элементов нейрона.
- 3. Рефлекторный принцип функционирования нервной системы (Р. Декарт, Г. Прохазка, И. М. Сеченов, И. П. Павлов, П. К. Анохин). Рефлекс. Виды рефлексов. Структура рефлекторной дуги.



Нервная система — ***целостная морфологическая и функциональная совокупность различных взаимосвязанных нервных структур***, которая совместно с ***гуморальной*** обеспечивает:

- — взаимосвязанную регуляцию деятельности всех систем организма ;
- — реакцию на изменение условий внутренней и внешней среды;
- — формирование целенаправленного поведения.

Функции ЦНС

1. Обеспечивает взаимодействие между органами и системами органов.
2. Регулирует и координирует их деятельность в соответствии с постоянно меняющимися условиями внешней и внутренней среды.
3. Обеспечивает быструю и точную передачу информации.
4. Отвечает за индивидуальное приспособление и поведение организма в конкретных условиях среды обитания.
5. Обеспечивает реализацию высших психических функций — восприятие, запоминание, обучение, мышление, сознание, принятие решения, высшую познавательную и творческую деятельность.

Общей функцией ЦНС является ее **трофическое влияние на клетки**. В органах, лишенных связей с ЦНС, развиваются дистрофические, воспалительные и атрофические процессы, приводящие **к снижению и прекращению функциональной активности органов**.

Классификация нервной системы

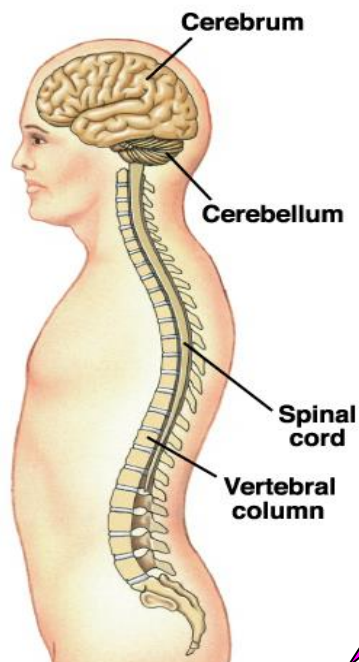
Морфологическая



**Центральная
нервная
система
(ЦНС)**



**Периферическая
нервная система**



Нервная система

ЦНС

Головной

Спинной

МОЗГ

МОЗГ

Оболочка

Белое вещество

Серое вещество

Периферическая н.с.

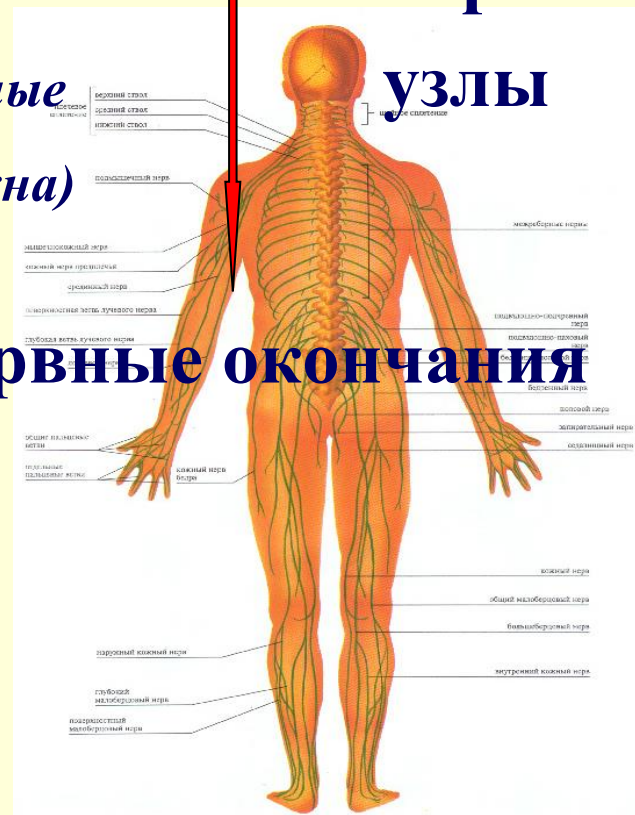
Нервы

*(нервные
волокна)*

Нервные

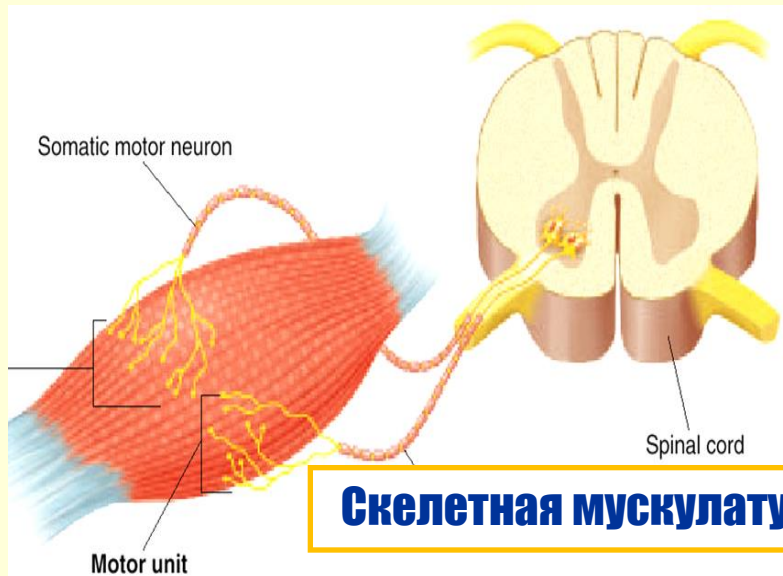
узлы

Нервные окончания



• Функциональное деление:

• СОМАТИЧЕСКАЯ



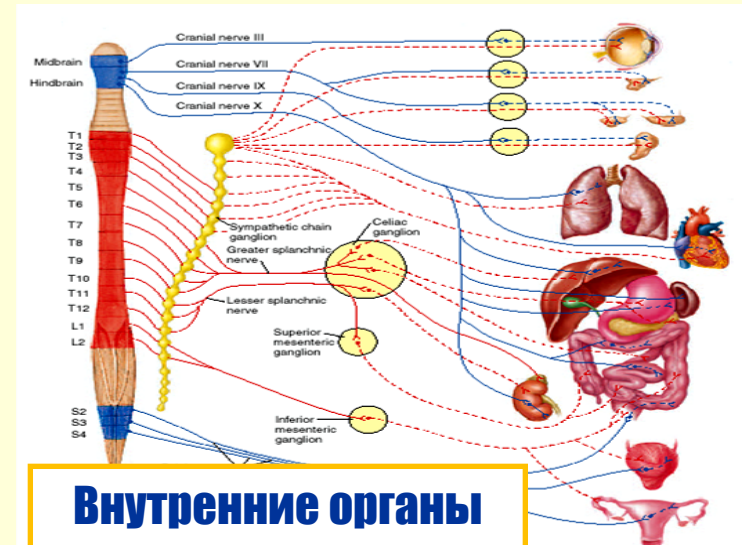
Произвольная регуляция

Регулирует работу скелетных мышц.

Обеспечивает чувствительность тела человека

Двигательные центры находятся в коре головного мозга

• ВЕГЕТАТИВНАЯ



- **Не подчинена воле человека**
- **Регулирует работу внутренних органов, желез, кровеносных сосудов, и сердца**
- **Вегетативные центры в гипоталамусе**

Методы исследования ЦНС

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЯ

1 группа: *хронические и острые эксперименты*

Метод наблюдений

Метод подавления (разрушения, экстирпации, блокады, денервации, перерезки)

- Метод стимуляции.
- Метод микроэлектродной техники позволяет регистрировать активность отдельных нейронов
- Метод вызванных потенциалов используется в клинике для определения функционального состояния рецепторной, проводниковой и центральной частей анализаторов
- Метод визуализации: магнитоэнцефалография; позитронно-эмиссионная и магниторезонансная томография

- **Резнцефалография** *исследование пульсовых изменений кровенаполнения мозговых сосудов*
- **Метод регистрации электрических явлений**
(электрофизиологический (ЭЭГ))
- **Условно-рефлекторные методы** *позволяет изучать интегративные функции высших отделов мозга*
хронорефлексометрия
- **Методы нейро- и гистохимии**
- **Электронная микроскопия**
- **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЯ**
(моделирование)

- **Интегративная деятельность ЦНС** заключается в объединении и соподчинении всех функциональных элементов организма в целостную систему, обладающую определенной направленностью действия.

- Интеграция может происходить на различных уровнях ЦНС.

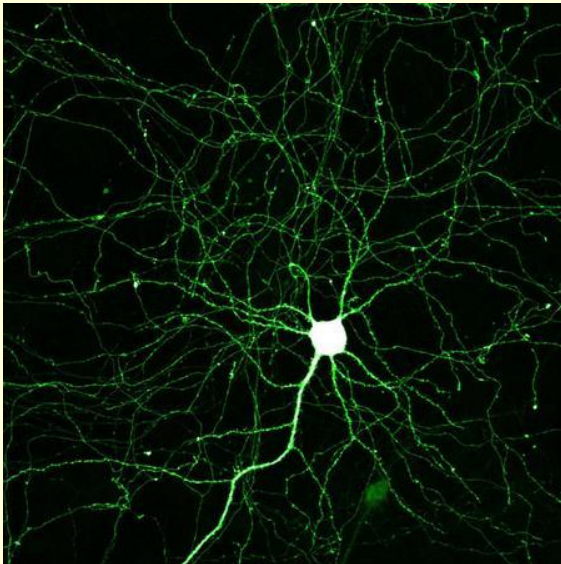
Ч. Шеррингтон выделил 4 уровня интеграции:

- **1. Нейрон;**
- **2. Нейронные сети;**
- **3. Нервный центр;**
- **4. Высший - уровень больших интегративных систем.**

Первым уровнем интеграции

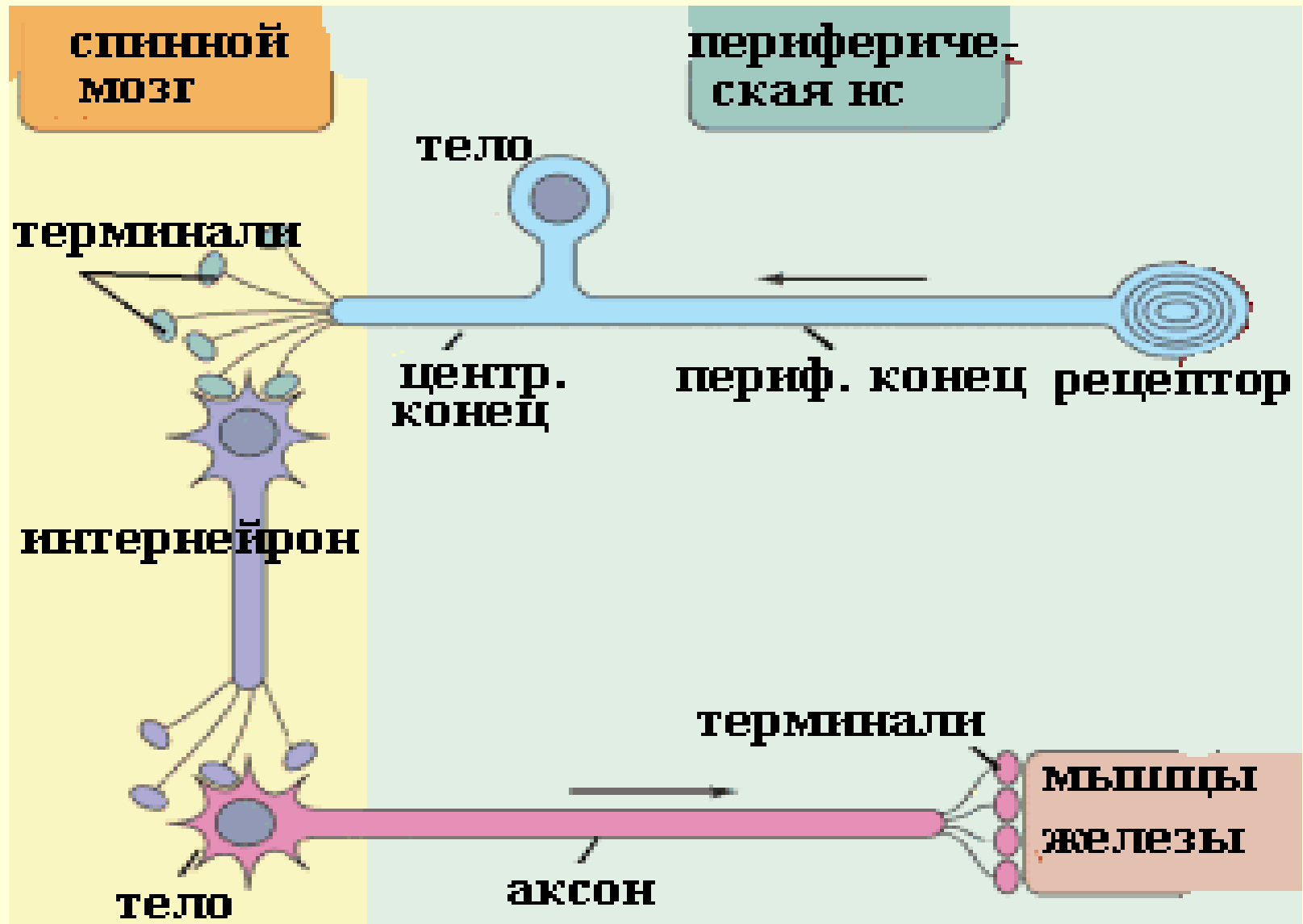
является нейрон, клеточная мембрана которого интегрирует **синаптические влияния**.

- В роли интегратора выступает синаптический аппарат нейрона. Интеграция на уровне нейрона осуществляется взаимодействием **возбуждающих (ВПСП)** и **тормозных (ТПСП)** постсинаптических потенциалов, которые генерируются при активации синаптических входов нейрона.



У человека около 25 миллиардов
нейронов

Нейроны в ЦНС образуют сети



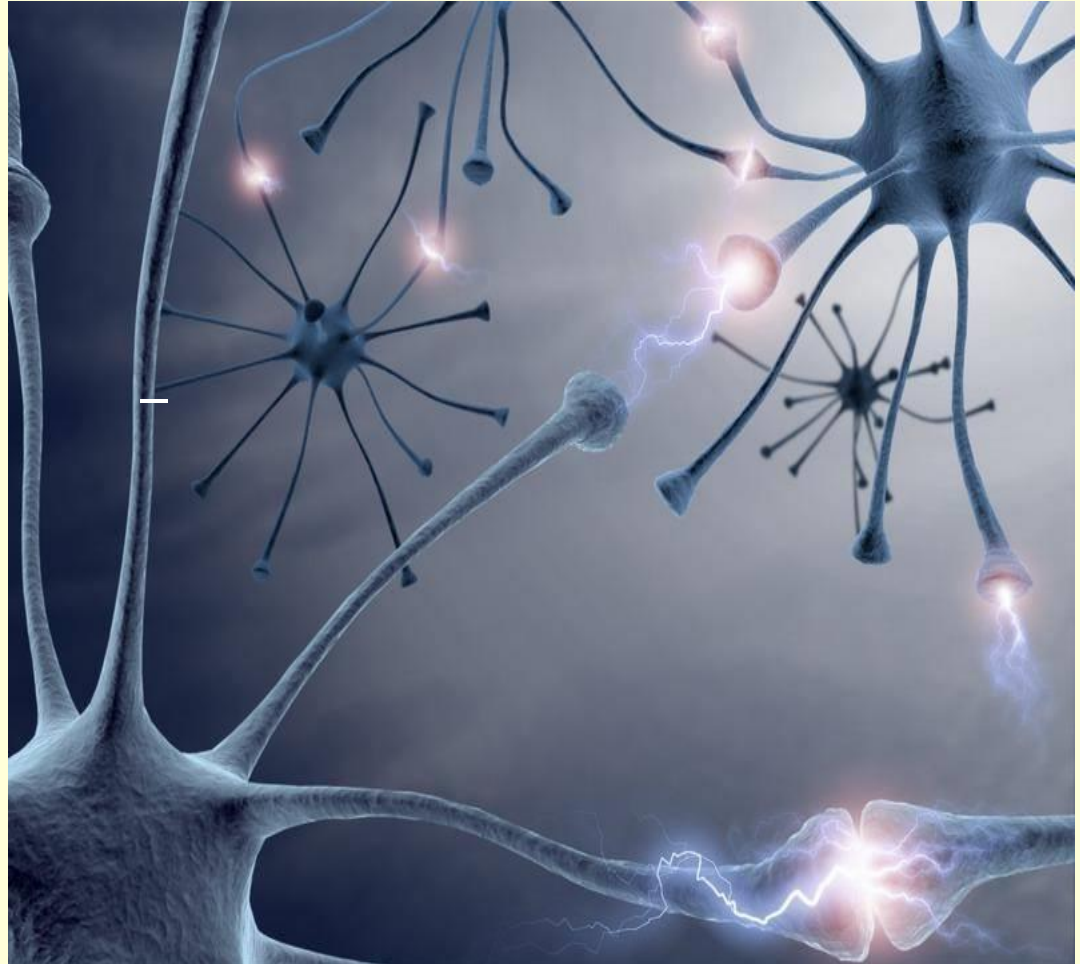
Вторым уровнем интеграции *являются* **элементарные нервные сети.**

- **Иерархические**

- **Локальные**

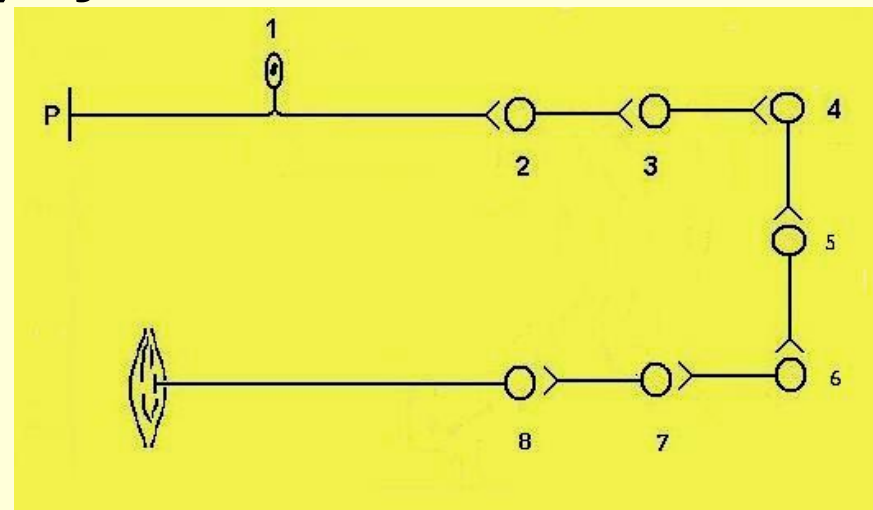
- **Дивергентные**

с одним входом



Иерархические сети:

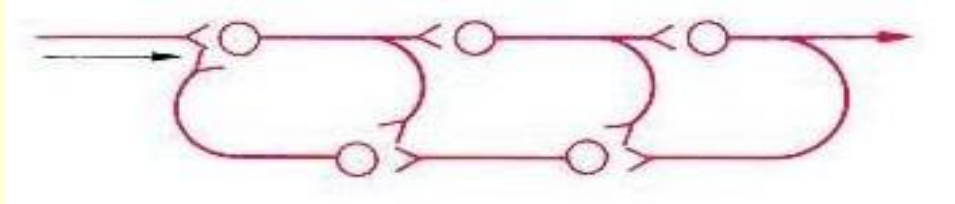
- Наиболее распространенные
- Высокоспециализированные
- Многоуровневые (многослойные)
- Многоканальные
- Соблюдают принцип субординации
- Встречаются в сенсорных (восходящих) и двигательных (нисходящих) путях



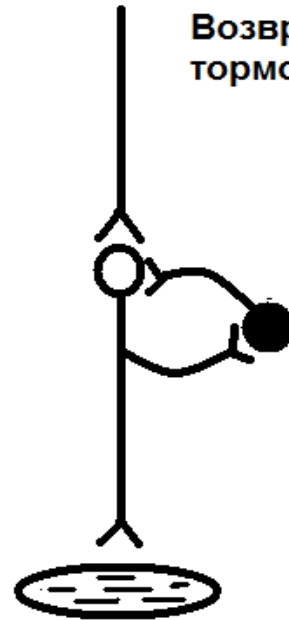
ИС обеспечивают очень точную передачу информации. Любая инактивация любого уровня, вызванная ранением, заболеванием, инсультом или опухолью, может вывести из строя всю сеть. Надежность **ИС** повышают **конвергенция** и **дивергенция**, которые позволяют **ИС** уцелеть при их повреждении.

Локальные сети

Реверберация
возбуждения



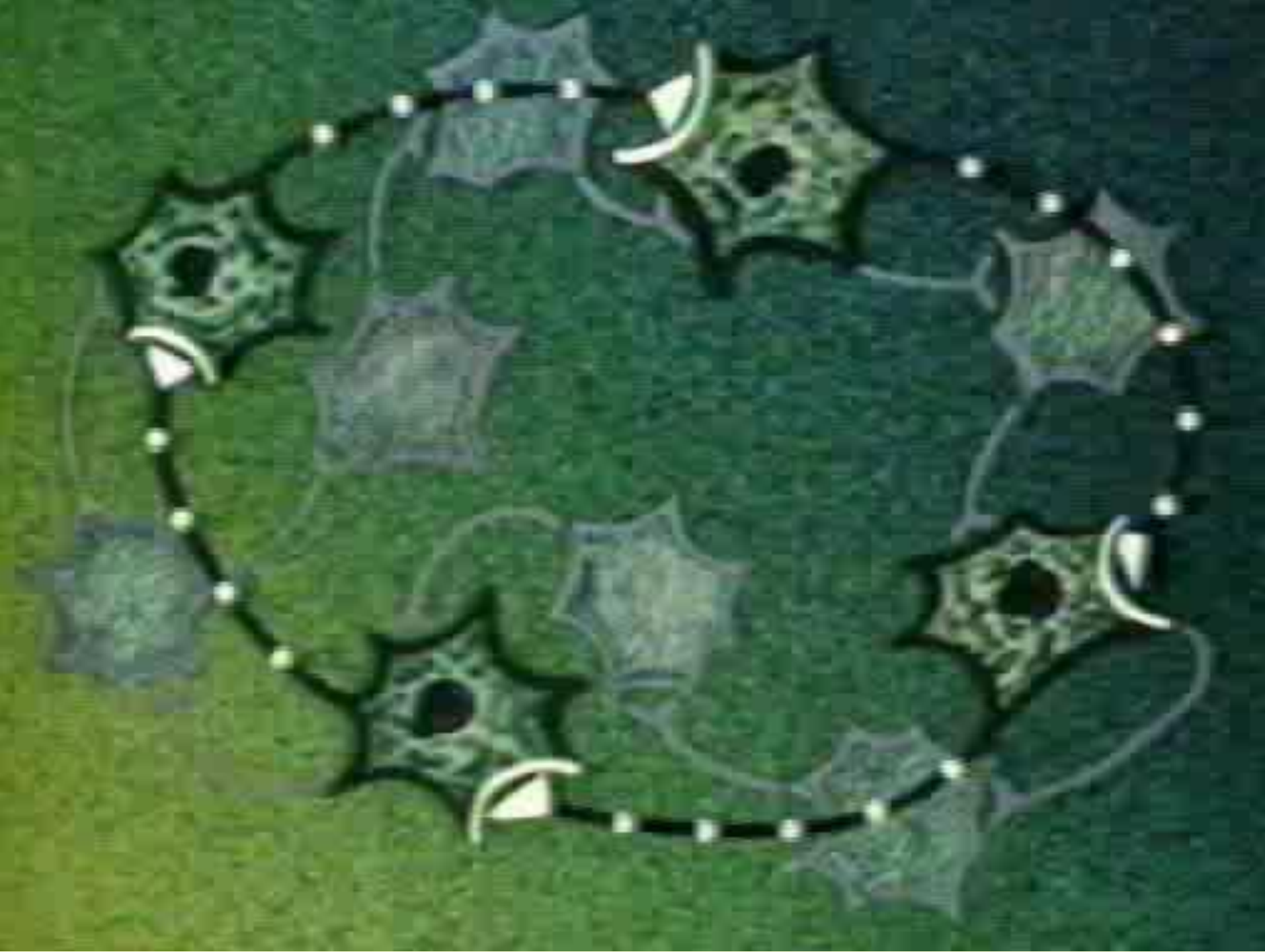
Возвратное
торможение



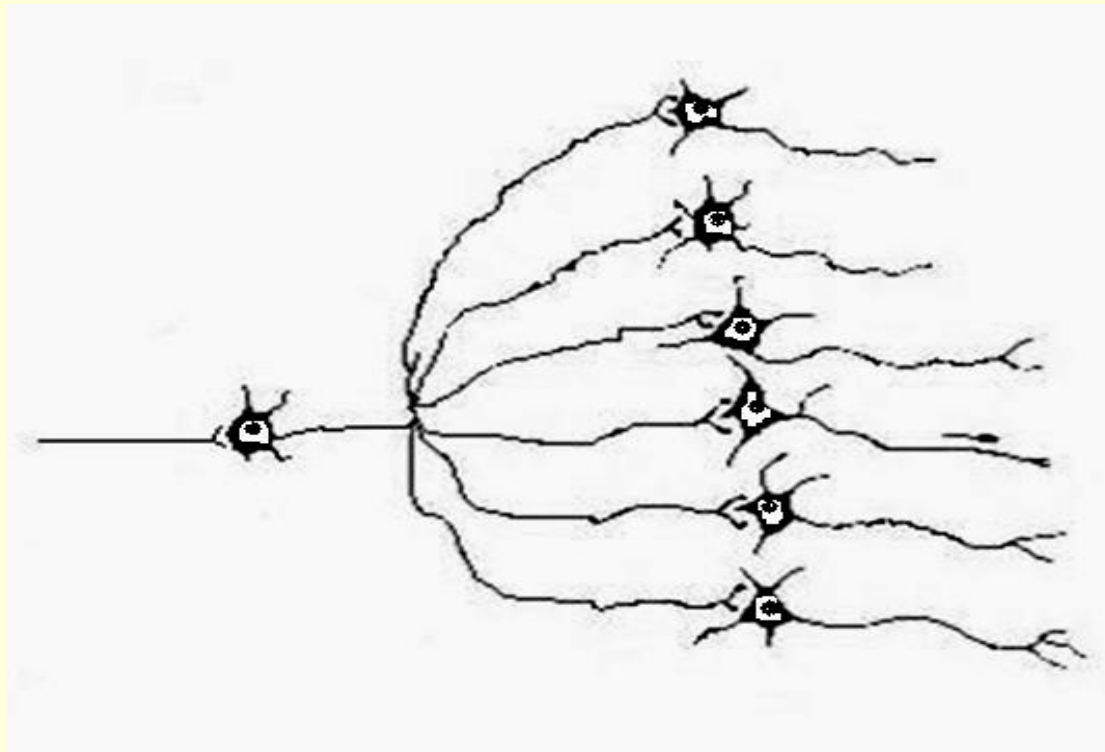
тормозной
нейрон (Реншоу)

Локальные сети:

- Образованы нейронами с короткими аксонами
- Фильтры, удерживающие информацию в пределах одного иерархического уровня
- Нейронные ловушки, в которых длительно удерживается круговая циркуляция возбуждения (реверберация возбуждения) (*кратковременная память*)
- Ослабляют возбуждение с помощью тормозных нейронов



Дивергентные сети с одним входом



Дивергентные сети с одним входом:

- **Оказывают влияние на множество нейронов сразу**
- **Неспецифические**
- **Важны для интеграции различных видов деятельности (регуляция внимания, настроения, сна, бодрствования)**
- **Пример: адренергические нейроны голубого пятна (РФ) и серотонинергические нейроны ядер шва ствола мозга.**

В нейронных сетях происходит:

- ☐ дивергенция,
- ☐ иррадиация,
- ☐ конвергенция,
- ☐ суммация,
- ☐ реверберация,
- ☐ распространение возбуждения.



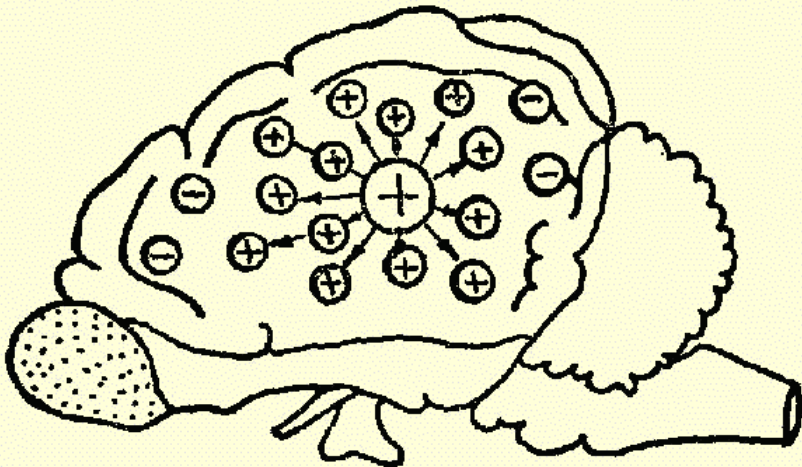
Третий уровень интеграции

осуществляется в процессе деятельности **нервных центров** и их взаимодействии.

Нервные центры
формируются объединением
нескольких **локальных сетей** и
представляют собой комплекс
элементов, способных осуществить
определенный рефлекс или
поведенческий акт.

Нервный центр (НЦ)

- **НЦ** — это функциональное объединение нейронов для обеспечения контроля какой-либо строго определенной функции.
- Нейроны, входящие в нервный центр могут быть локализованы в одном или нескольких отделах ЦНС, на разных ее этажах.
- Локализация основных НЦ генетически детерминирована, но в онтогенезе НЦ совершенствуются (воспитываются), например, центры ходьбы.



Классификация нервных центров

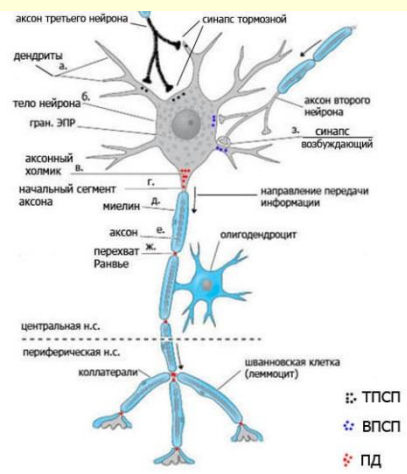
(по ряду признаков)

- Локализации *(корковые, подкорковые, спинальные);*
- Функции *(дыхательный, сосудодвигательный, теплообразования);*
- Модальности целостных биологических состояний *(голод-насыщение, эмоции, влечения и т.д.)*

- **Четвертый уровень** – это уровень **интегративных систем**. Нервные центры различных отделов мозга объединяются в распределительные системы, которые координируют деятельность организма в целом.

**Нейрон. Функциональная
классификация нейронов.
Физиологические
свойства нервных клеток
и функции структурных
элементов нейрона**

- В основе современного представления о структуре и функции ЦНС лежит **нейронная теория**, которая представляет собой частный случай клеточной теории. Согласно этой теории структурной и функциональной единицей НС является нервная клетка — **нейрон**.



- Нервная система построена из двух типов клеток: **нервных** и **глиальных**, Число глиальных в **8–9 раз больше** чем нервных. Однако именно нейроны обеспечивают все многообразие процессов, связанных с передачей и обработкой информации.
- Глиальные нейроны (**астроциты, олигодендроциты, микроглия**) обладают **трофической функцией** — обеспечивают метаболизм и сохранение структуры иннервируемой ткани. В свою очередь, нейрон, лишившийся объекта иннервации, также погибает.

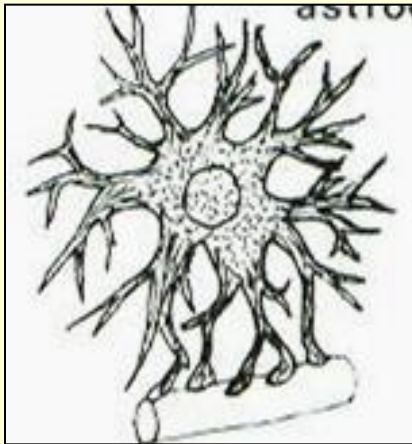
ФУНКЦИИ ГЛИИ

- **Опорная функция нейроглии ;**
- **Изолирующая функция;**
- **Поглощение медиаторов;**
- **Секреторная функция;**
- **Участие в регенерации .**

Нейроглия

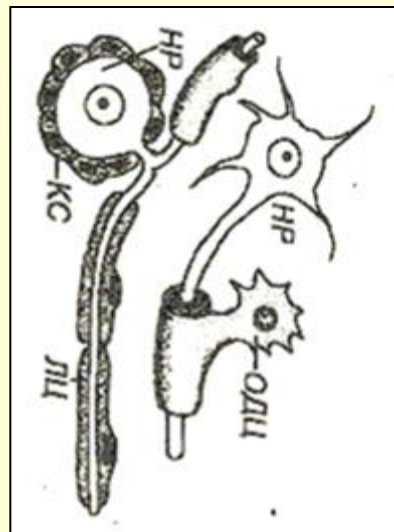
микроглия

макроглия

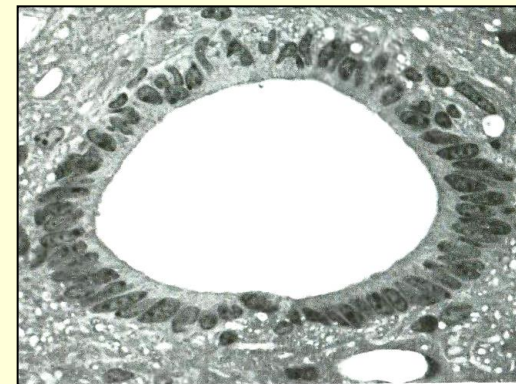


1. Астроглия

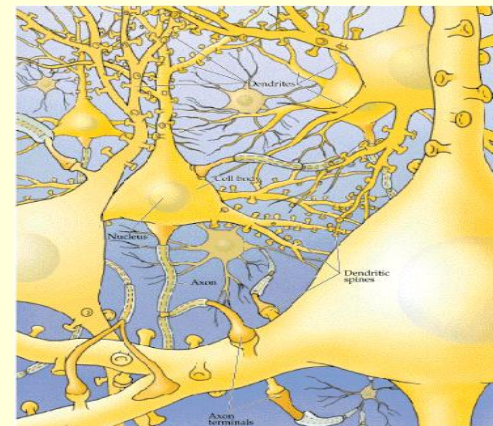
2. Олигодендроглия



3. Эпендимная глия



- Объединение нервных клеток осуществляется с помощью **синаптических** соединений, важнейшей функцией которых является **обеспечение перехода электрических сигналов с одного нейрона на другой**. При этом количество синаптических контактов между нейронами приближается к астрономической цифре — 10^{15} — 10^{16} . Сложность организации ЦНС проявляется также в том, что структура и функция нейронов различных отделов мозга значительно варьируют.



Нейрон обладает свойствами

☐ **Возбудимостью**

☐ **Проводимостью**

☐ **Лабильностью**

(основные процессы- ***возбуждение***
и торможение)

НЕЙРОН

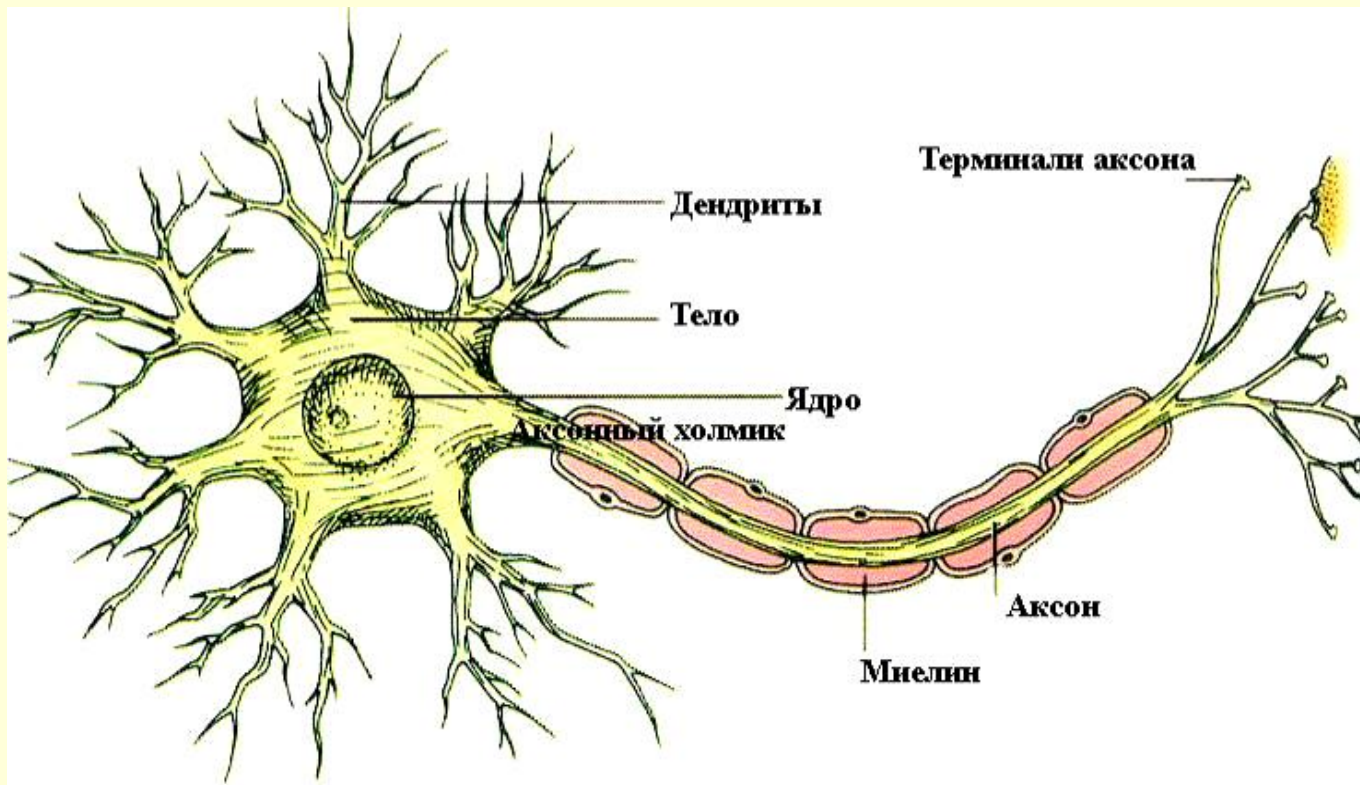
осуществляет:

- **Восприятие**
- **Обработку** (кодировка и генерация импульсов)
- **Хранение**
- **Передачу информации**

Нейроны выполняют 3 основных функции:

- **Сенсорные** — воспринимают и преобразуют стимулы внешней среды.
- **Интегративные** — перерабатывают и хранят всю входящую информацию.
- **Моторные** — регулируют двигательные системы (произвольные и не произвольные.)

- Основными структурно-функциональными элементами нервной клетки являются:
- тело, или сома;
- дендриты;
- аксон;
- пресинаптическое окончание аксона



- **Тело** нейрона содержит различные внутриклеточные органеллы, необходимые для обеспечения жизнедеятельности всей клетки. Мембрана тела большинства нейронов покрыта синапсами и, таким образом, играет важную роль **в восприятии и интеграции сигналов, поступающих от других нейронов.**
- В большинстве случаев **дендриты** сильно разветвляются. Вследствие этого их суммарная поверхность значительно превосходит поверхность тела клетки. Именно дендритам принадлежит ведущая роль **в восприятии нейроном информации.**
- Основной функцией **аксона** является **проводить сигналы на большие расстояния**, связывая нервные клетки друг с другом и с исполнительными органами.

- **Окончание аксона** специализировано на передаче сигнала на другие нейроны (или клетки исполнительных органов). Поэтому в нем содержатся специальные органеллы: синаптические пузырьки, или везикулы, содержащие **химические медиаторы**. Кроме того, в отличие от остальной части аксона мембрана окончаний содержит **значительное число кальциевых каналов**, активация которых обеспечивает поступление внутрь окончания Ca^{2+} .

Передача возбуждения в химических синапсах происходит с помощью посредников

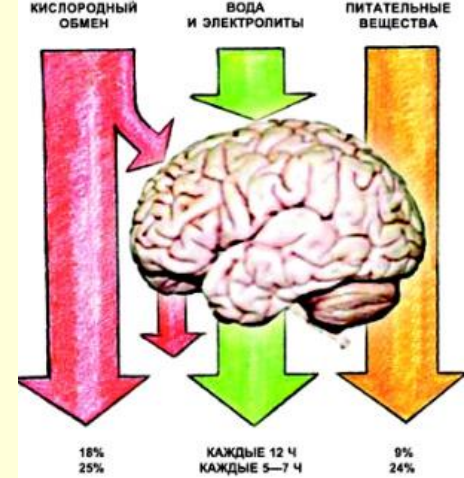
- Посредниками являются:
- **Нейротрансмиттеры** (медиаторы) — прямые быстрые химические передатчики сигналов между нейронами через **ионотропные каналы** мембраны. Также быстро разрушаются в синаптической щели.
- **Нейромодуляторы** — химические вещества, модифицирующие проницаемость мембраны медленно через **метаботропные каналы**, при этом сигналы распространяются и на рядом лежащие нейроны. Действие пролонгировано.

Классификация нейротрансмиттеров

- По химическому строению:
 - **аминокислоты** (глутамат, аспартат, глицин, γ-аминомасляная кислота – ГАМК),
 - **моноамины** (серотонин, гистамин, дофамин, норадреналин, адреналин)
 - **нейропептиды** (энкефалин, эндорфин, динарфин, опиоиды, вещество Р, ангиотензин II, рилизинг-гормоны гипоталамуса, VIP, нейропептид - Y),
 - **газы – NO.**
- По функции: **возбуждающие** (глутамат, аспартат) и **тормозные** (ГАМК, глицин).



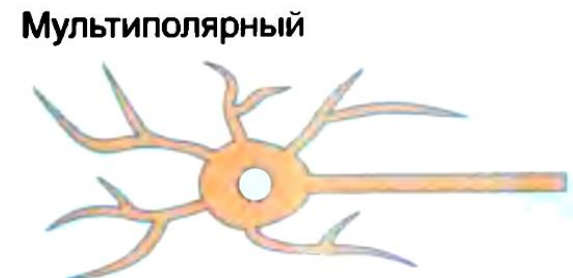
Особенности метаболизма



- 1) **Высокий** уровень метаболизма, **аэробный** обмен.
- 2) Основной субстрат – **глюкоза**.
- 3) Интенсивный обмен **нуклеиновых кислот**.
- 4) Специальные механизмы, регулирующие **мозговой кровоток**.

Классификация нейронов

- **1. По количеству отростков, выходящих из тела нервной клетки различают:**
- униполярные;
- псевдоуниполярный нейроны;
- биполярные;
- мультиполярные нейроны



- Истинные **униполярные** нейроны находятся только **в мезэнцефальном ядре троюничного нерва**. Эти нейроны обеспечивают проприоцептивную чувствительность жевательных мышц.
- Другие униполярные нейроны называют **псевдоуниполярные**, на самом деле они имеют два отростка (один идет с периферии от рецепторов, другой – в структуру ЦНС). Все эти клетки располагаются в **сенсорных узлах: спинальных, троюничном** и т.д. Обеспечивают восприятие сенсорной информации: болевой, температурной, тактильной и т.д.

- **Биполярные** нейроны встречаются в основном в *периферических частях зрительной, слуховой и обонятельной систем.* Дендритом они связаны с рецептором, аксоном — с нейроном следующего уровня организации соответствующей сенсорной системы.
- **Мультиполярные** нейроны имеют несколько дендритов и один аксон. Насчитывают до 60 различных вариантов строения мультиполярных нейронов, однако все они представляют разновидности *веретенообразных, звездчатых, корзинчатых и пирамидных клеток.*

- **2. По расположению и функции различают 3 основных типа нейронов:**
- **афферентные** воспринимают сигналы, возникающие в рецепторных образованиях органов чувств, и проводят их в ЦНС,
- **вставочные** локализуются, как правило, в пределах ЦНС. Они обеспечивают связь между различными афферентными и эфферентными нейронами,
- **эфферентные** несут информацию к мышцам или к другим исполнительным органам.

- **3. По чувствительности к действию раздражителей:**
 - моносенсорные.
 - бисенсорные,
 - полисенсорные.
- **4. По выделяемым в окончаниях аксона веществам:**
 - холинергические, пептидергические,
 - норадреналинергические, дофаминергические и др.

Рефлекторный принцип функционирования нервной системы

Рефлекс – это закономерная реакция организма на изменение внешней или внутренней среды, которая осуществляется с обязательным участием ЦНС.

Рефлекторная дуга – это морфологическая основа рефлекса, включающая следующие звенья:

- 1) **Афферентное звено;**
- 2) **Центральное звено;**
- 3) **Эфферентное звено.**

Рецептор (рецептивное поле рефлекса) – это определённый участок воспринимающей чувствительной поверхности организма с расположенными здесь рецепторными клетками, которые трансформируют энергию раздражения в энергию нервного импульса.

Рене Декарт

**французский
философ-дуалист
и естествоиспытатель**

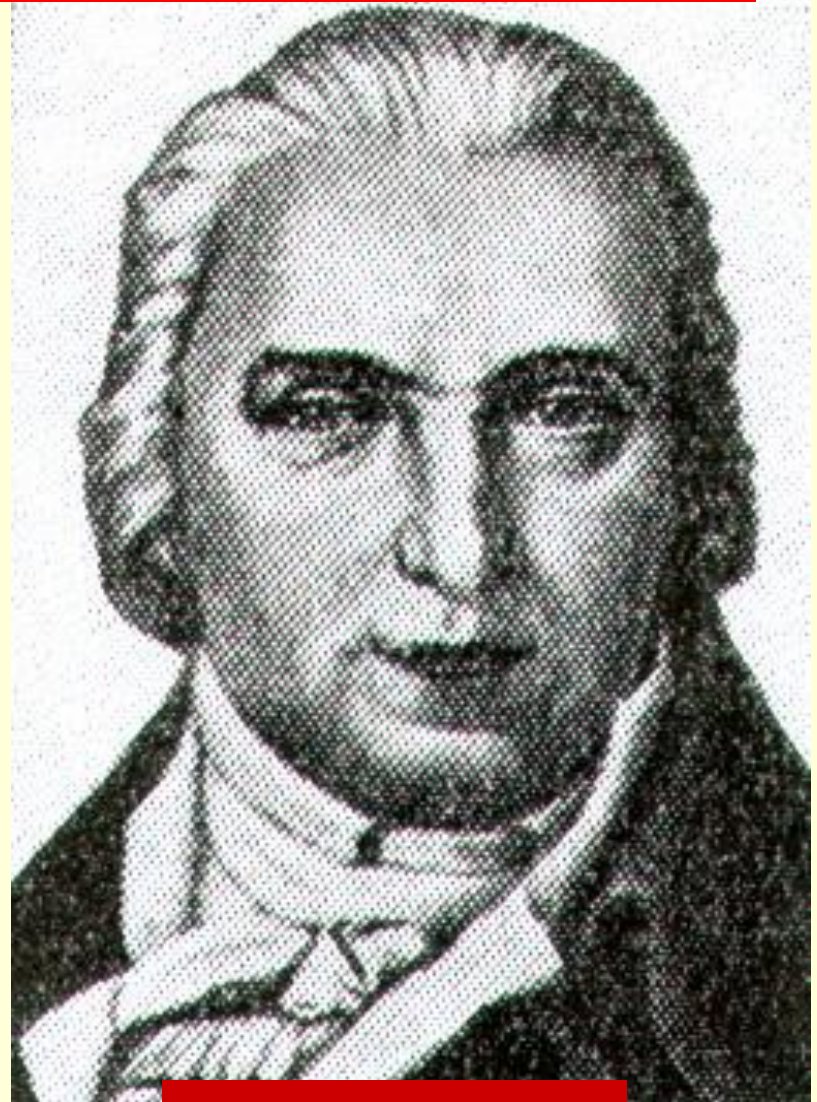
**Разработал схему
рефлекторной дуги**



(1596-1650)

Иржи Прохаска

- Чешский врач, физиолог, анатом и офтальмолог
- Изучал структуру и функцию ЦНС. Ввел в физиологию понятие **«нервной силы»**, передающейся по нервным волокнам и **термин «рефлекс»**.
- Автор учебника **«Физиология или Наука о естестве человеческом»**. В 1822 году был переведен на русский язык.



(1749-1820)

Сеченов И.М.

По мнению И.М.Сеченова,
всё **сознательное** и
бессознательное
совершенствуется по типу
рефлекса.

Эти представления Сеченов изложил
в книге

«Рефлексы головного мозга»
(1863 г.).

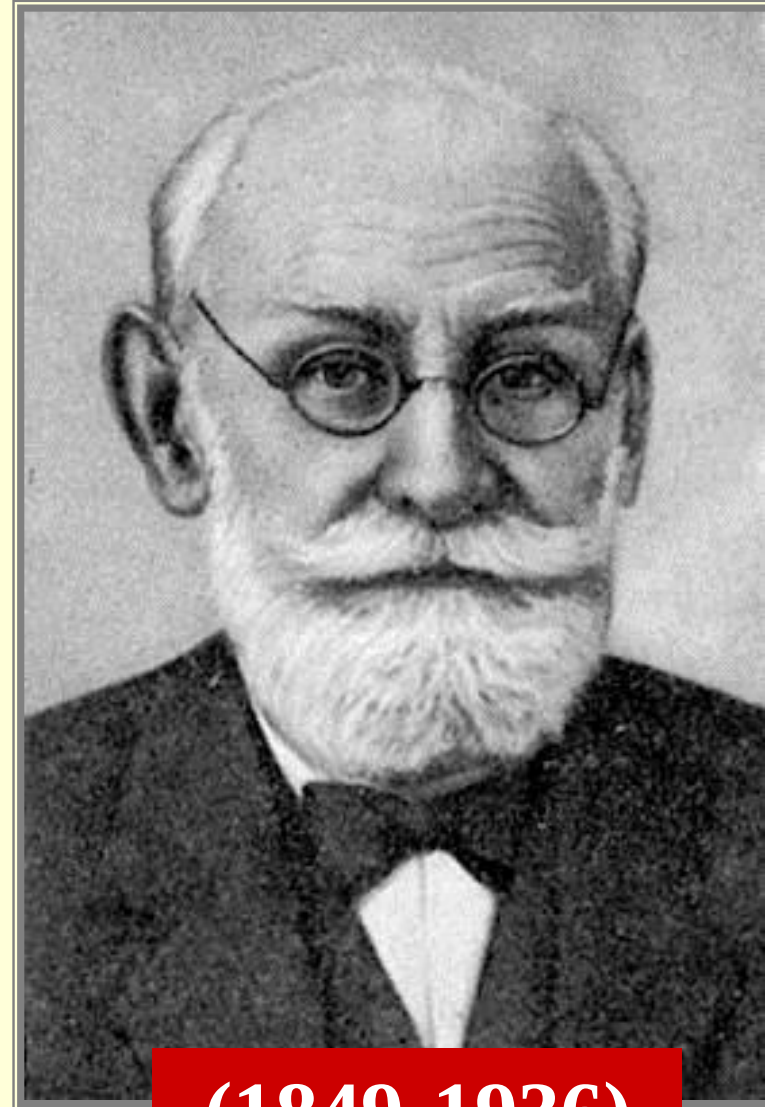
Ему также принадлежит
важная идея о том, что
рефлекторная
деятельность
осуществляется с участием
тормозных процессов в ЦНС
(он открыл **явление торможения в**
ЦНС).



(1829-1905)

Павлов И.П.

*И.П.Павлов, разделяя идеи о рефлекторной деятельности как основе деятельности ЦНС, выделил особый класс рефлексов, который он назвал **«условными рефлексами»**, подробно их изучил и сформулировал важное положение о том, что **в основе высшей нервной деятельности человека и животных лежат условные рефлексы**, которые формируются на базе безусловных рефлексов за счёт образования временных (функциональных) связей.*

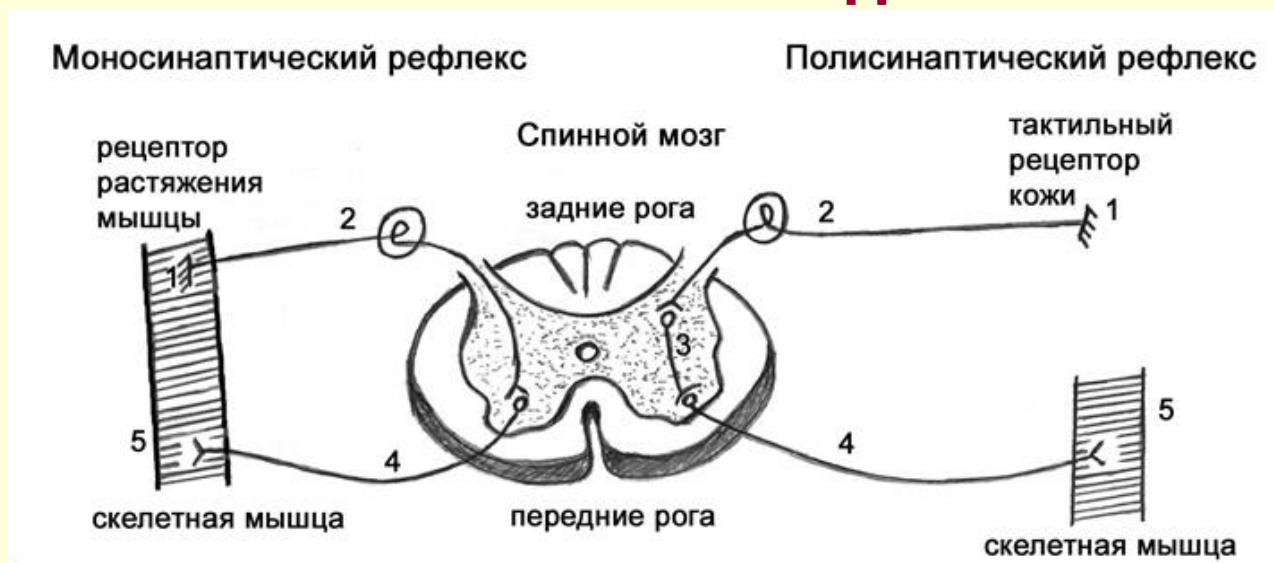


(1849-1936)

Принципы рефлексорной теории И.П.Павлова

- 1. Принцип детерминизма
- 2. Принцип анализа и синтеза
- 3. Принцип структурности

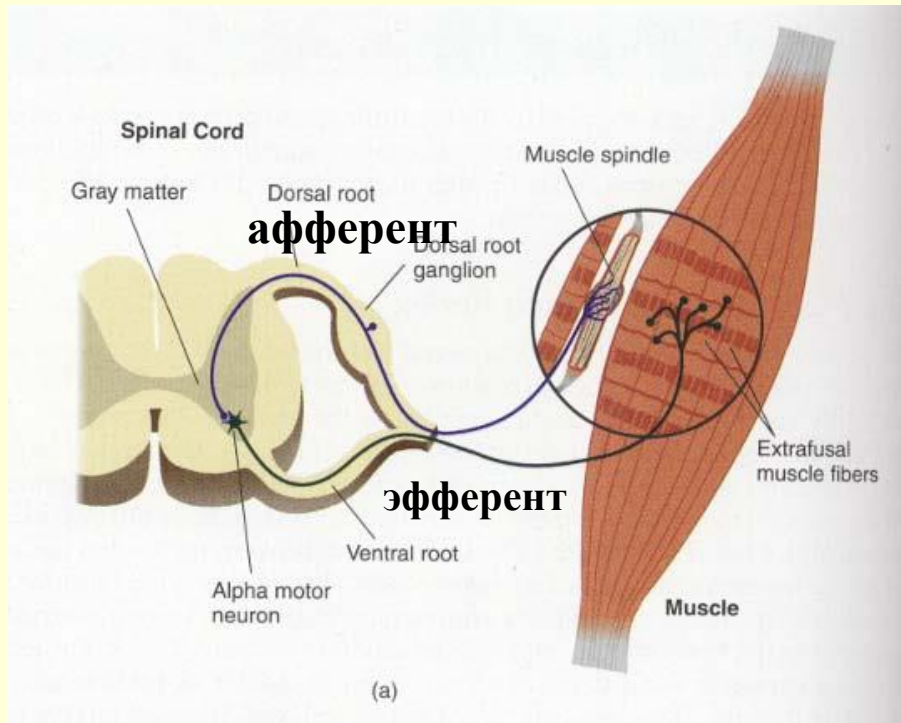
РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА



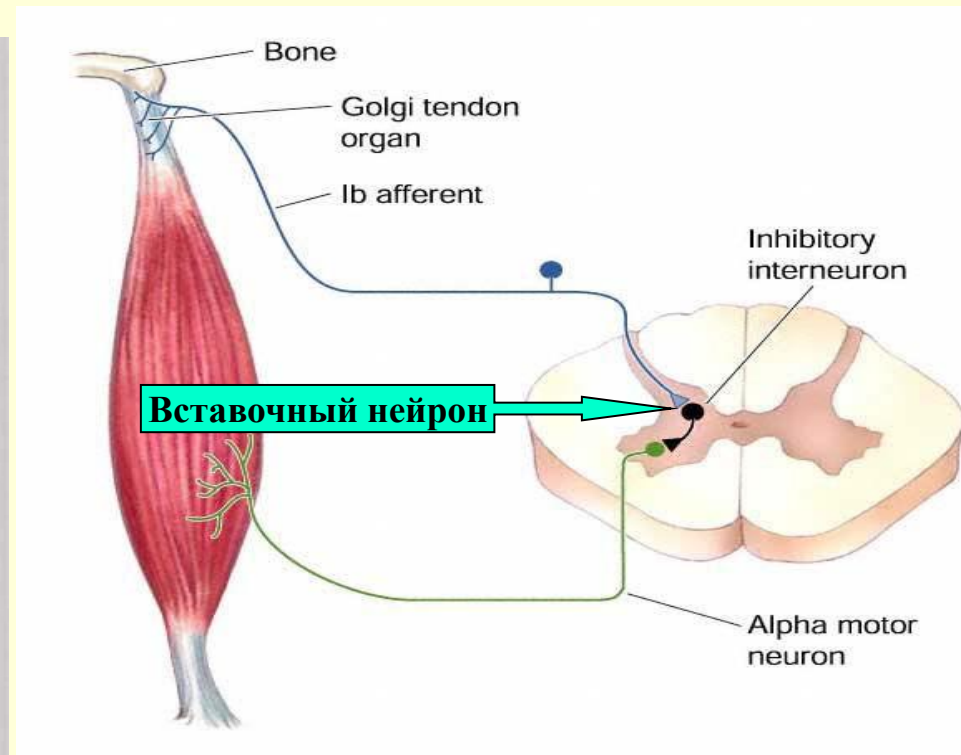
- Звенья рефлекторной дуги:
- 1. - **рецепторное звено**);
- 2. - **афферентное звено** (от рецептора в ЦНС) на схеме представлен псевдоуниполярный нейрон, тело, которого в спинномозговом ганглии (узле);
- 3. - **вставочное звено**; (вставочный нейрон, никогда не выходит за пределы ЦНС)
- 4. - **эфферентное звено**:
 - в **соматическом рефлекс**е представлено нейронами (альфа- или гамма- мотонейроном), которые расположены в передних рогах спинного мозга;
 - в **вегетативном** — двумя нейронами, тела которых в вегетативных ганглиях: преганглионарным и постганглионарным.
- 5. - **рабочее звено** — рабочий орган:
 - объектом регуляции **соматической НС** являются скелетные мышцы;
 - объектом регуляции **вегетативной НС** являются гладкие мышцы (ГМК), сердце, железы и миоэпителиоциты.

Рефлекторная дуга

Моносинаптическая

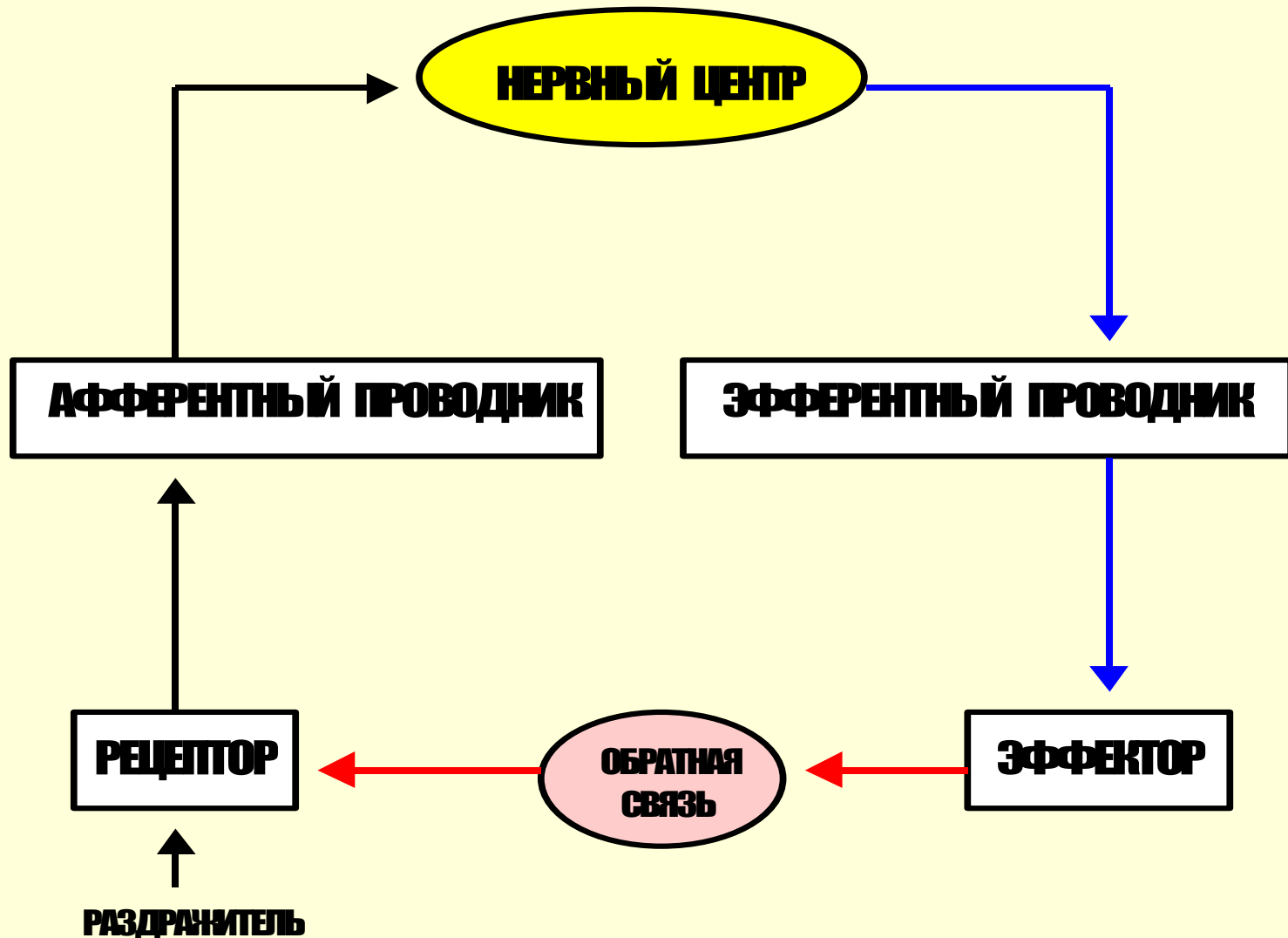


Полисинаптическая

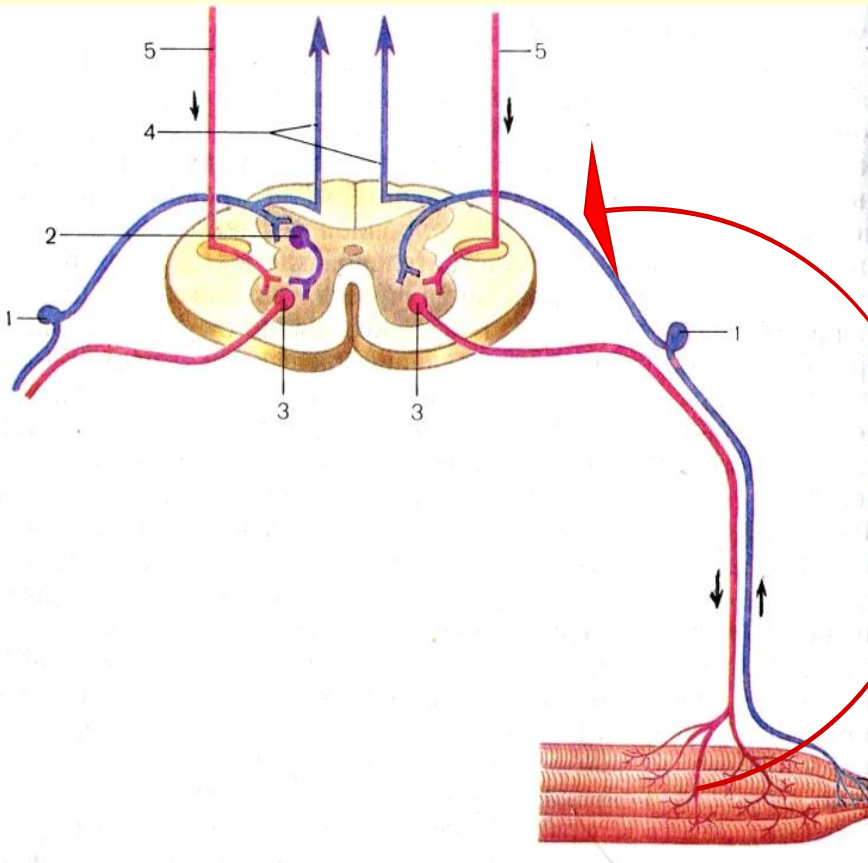


Согласно современным представлениям, рефлексы **«закольцованы»** т.к. результат действия влияет на рецептор, запускающий в т.ч. данный рефлекс (функциональные системы).

РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА И РЕФЛЕКТОРНОЕ КОЛЬЦО



ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ – заключается в том, что выходной регулируемый сигнал о состоянии объекта управления (константы или функции) передается на вход системы.



ЗНАЧЕНИЕ обратной связи:

1. способ контроля за результатом выполненного действия (это делает рефлекторные реакции точными, координированными, а рефлекторную деятельность целенаправленной для обеспечения достижения точно запланированного результата);
2. обеспечивает явление саморегуляции функций при поддержании гомеостаза;
3. замыкает рефлекторную дугу в рефлекторное кольцо – совокупность структур для осуществления рефлекса и передачи информации о характере и силе рефлекторного действия в ЦНС.

ВИДЫ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

1. ПОЛОЖИТЕЛЬНАЯ;
2. ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ

Обратные связи построены на принципах иерархии и дублирования.

Классификация рефлексов

По биологическому значению:

-  **ВИТАЛЬНЫЕ** (пищевые, оборонительные, гомеостатические, экономии сил и т.п.)
-  **ЗООСОЦИАЛЬНЫЕ** (половые, детские и родительские, территориальные, стайные)
-  **САМОРАЗВИТИЯ** (исследовательские, игровые, свободы, подражательные);

Классификация рефлексов

 **В зависимости от расположения рецепторов:**

- ▶ **экстрарецептивные,**
- ▶ **интеррецептивные и**
- ▶ **проприорецептивные.**

Или в зависимости от вида раздражаемых рецепторов

Классификация рефлексов

В зависимости от того, какие отделы мозга необходимы для осуществления рефлекса:

- **спинальные** (вегетативные, двигательные)
- **бульбарные** (пищевые, защитные, вегетативные)
- **мезенцефальные**
(ориентировочные, зрачковый, аккомодации)
- **кортикальные** (условные)

Классификация рефлексов

В зависимости от отдела нервной системы, который реализует ответ:



вегетативные



соматические

Классификация рефлексов

✱ *по характеру ответной реакции:*

1.- двигательные или моторные (к мышцам),

2.- секреторные (к железам),

3.- сосудодвигательные (к сосудам).

Классификация рефлексов

- по приспособительному значению рефлексы делятся на
(по происхождению)

А. БЕЗУСЛОВНЫЕ (врожденные) - наследственно закрепленная стереотипная форма реагирования на биологически значимые воздействия внешнего мира или на изменения внутренней среды организма.

- 1) Простые - обеспечивающие элементарную работу отдельных органов и систем: (сужение зрачков под действием света, кашель при попадании в гортань инородного тела, и пр.);
- 2) Инстинкты – цепи безусловных рефлексов.

Существует иерархия рефлексов

Классификация рефлексов

Б. УСЛОВНЫЕ (приобретенные) — образование временной связи между безразличным стимулом и безусловным рефлексом (ассоциативное обучение).

- **Классический** (Павловский) — сочетание условного и безусловного раздражителей
- **Инструментальный** — подкрепление «правильных» реакций



Спасибо за внимание!