# Физиология высшей нервной деятельности: предмет, задачи

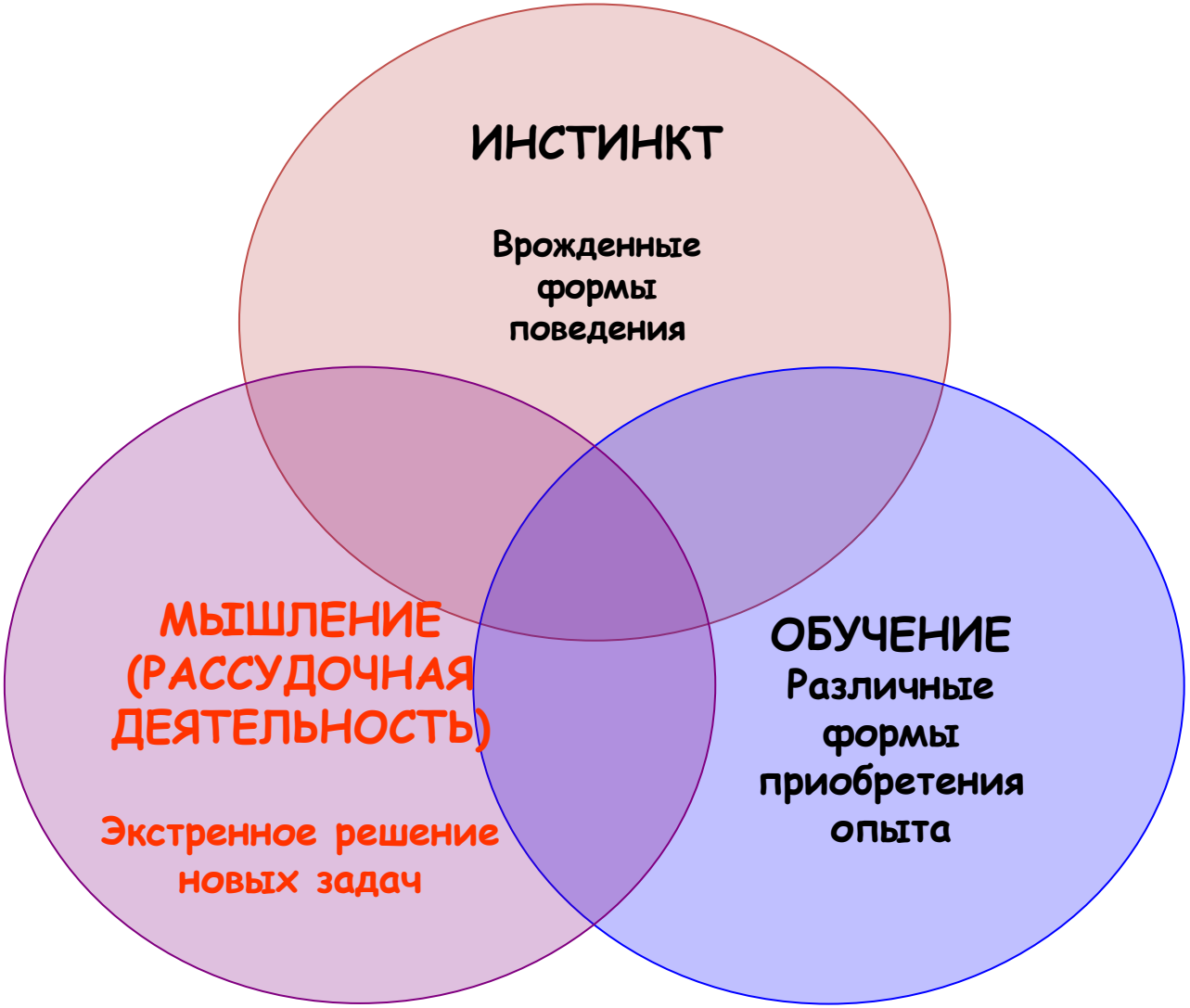
- **Поведение** - присущее живым существам **взаимодействие со средой**, опосредованное их внешней (**двигательной**) и внутренней (**психической**) активностью; **целеориентированная** активность живого организма, служащая для осуществления контакта с внешним миром.
- Термин применим как **к отдельным особям**, индивидам, так и **к их совокупностям** (поведение биологического вида, группы социальной).
- В основе поведения лежат **потребности организма**, над которыми надстраиваются исполнительные действия, служащие их удовлетворению.
- Генезис форм поведения обусловлен

- Чем выше подниматься по эволюционной лестнице, тем более стереотипное поведение замещается приобретенным. Для понимания биологической предыстории специфически человеческих форм поведения чрезвычайно важны сведения об инстинктах животных, а также о языке и общении животных и об использовании ими орудий.

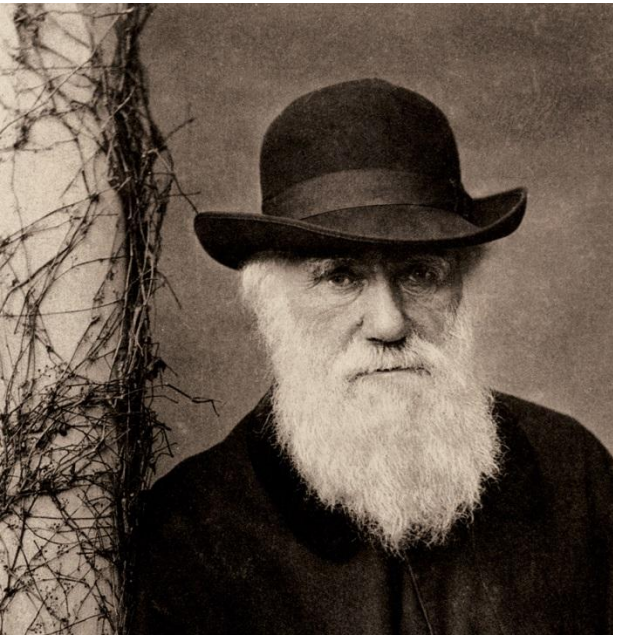
**В основе поведения лежат:**

- **Инстинкты** – генетически детерминированные, характерные для всего вида, стереотипные по исполнению поведенческие акты, которые приспосабливают животное **к типичным для вида условиям среды**.
- **Обучение** – обеспечивает способность постепенно приспосабливаться **к конкретным для данной особи условиям среды**, которые **регулярно (циклически)** действуют на протяжении некоторого времени.
- **Мышление** – обобщенное и опосредованное отражение действительности, обеспечивает способность адекватно действовать в **новой, неожиданно возникшей ситуации** без предварительных проб и ошибок.

# РЕАЛЬНЫЙ ПОВЕДЕНЧЕСКИЙ АКТ ВСЕГДА ИМЕЕТ В СВОЕЙ ОСНОВЕ РАЗНОЕ СООТНОШЕНИЕ УКАЗАННЫХ ФАКТОРОВ



# Гипотезу о наличии мышления у животных первым четко сформулировал Ч.Дарвин

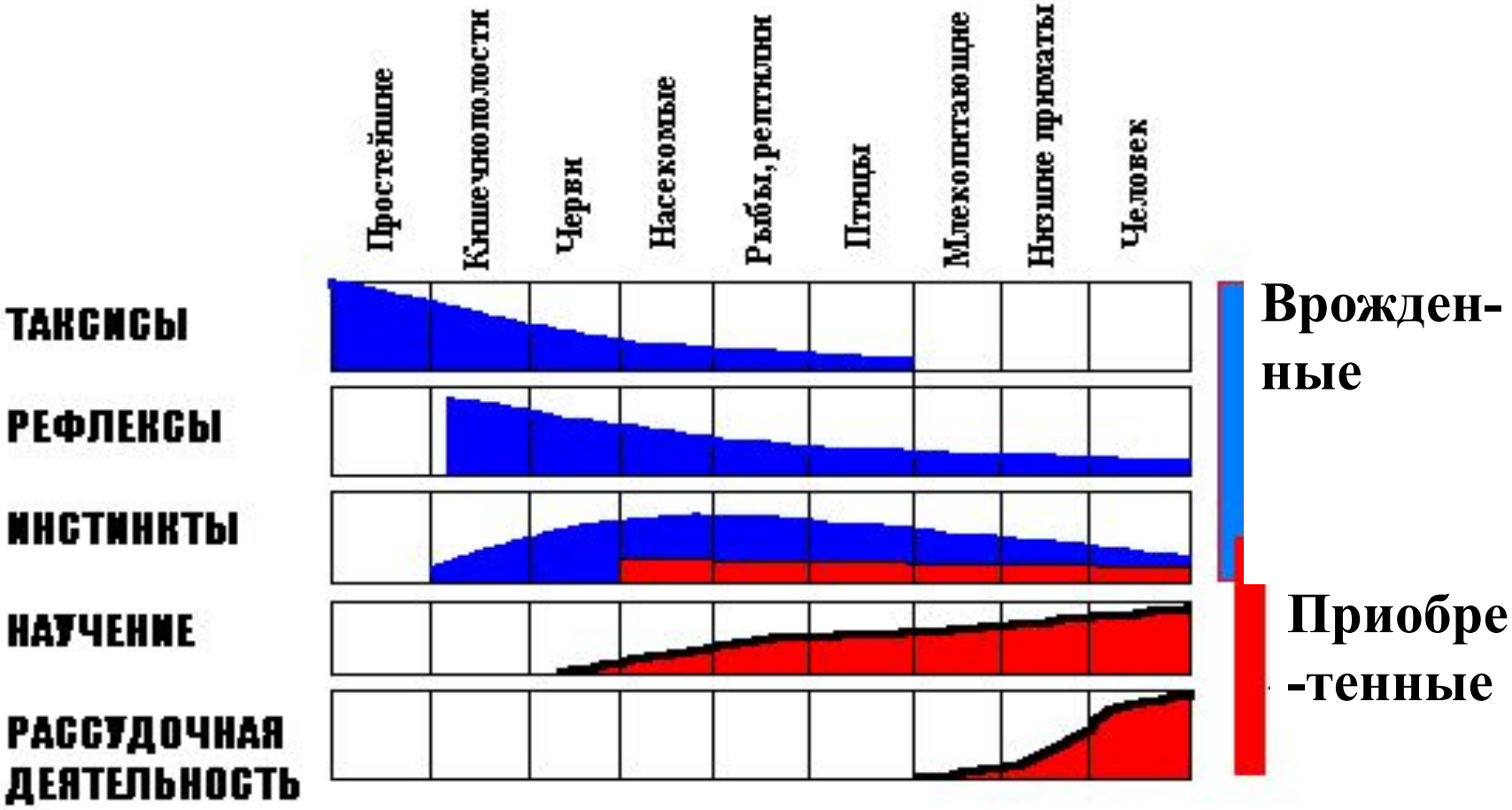


**Ч. ДАРВИН**
**(**1809-1882**)**

- Он ввел представление о трех основных составляющих поведения:
  - инстинкт,
  - способность к обучению,
  - способность к «рассуждению» (мышление).

«Из всех человеческих способностей разум, несомненно, ставится на первое место, но лишь немногие могут отрицать, что **разница между психикой человека и высших животных**, как бы она ни была велика, это, конечно, **разница в степени, а не в качестве»**

# Смена уровней поведения в эволюции



# Физиология высшей нервной деятельности

- **Высшая нервная деятельность** - **нейрофизиологические процессы**, проходящие в коре больших полушарий головного мозга и ближайшей к ней подкорке и обусловливающие **осуществление психических функций**.
- В качестве основной **теоретической модели** для анализа высшей нервной деятельности выступает **рефлекс**, посредством которого происходит реагирование организма на воздействия окружающего мира.
- **Основными механизмами** работы являются нервные процессы **возбуждения**, за счет которого могут образовываться и функционировать новые временные связи, и **торможения**, которое может обусловливать угасание условного рефлекса, если условный раздражитель не подкрепляется безусловным.

## Основные законы высшей нервной деятельности:

- Образование новых временных связей при подкреплении нейтрального раздражителя безусловным;
- Угасание временных связей при отсутствии подкрепления условного раздражителя безусловным;
- Иррадиация и концентрация нервных процессов;
- Взаимная индукция нервных процессов;
- Формирование динамических стереотипов, представляющих собой сложные динамические системы рефлексов.

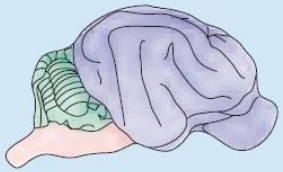
Формирование и угасание временных связей происходит в коре больших полушарий головного мозга, а нервные центры важнейших безусловных рефлексов локализованы в подкорковых отделах мозга, за счет которых достигается

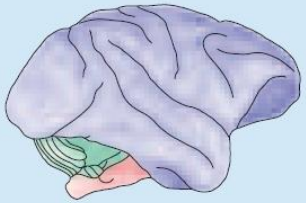
Rat

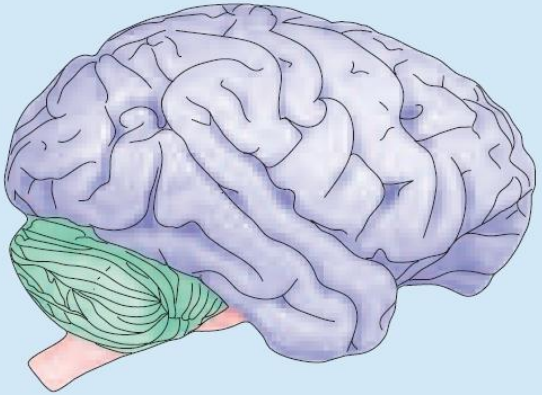
3 cm

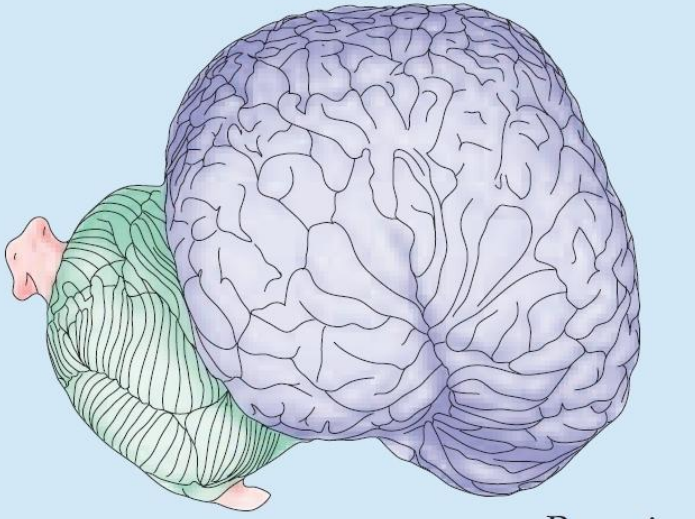
Weasel

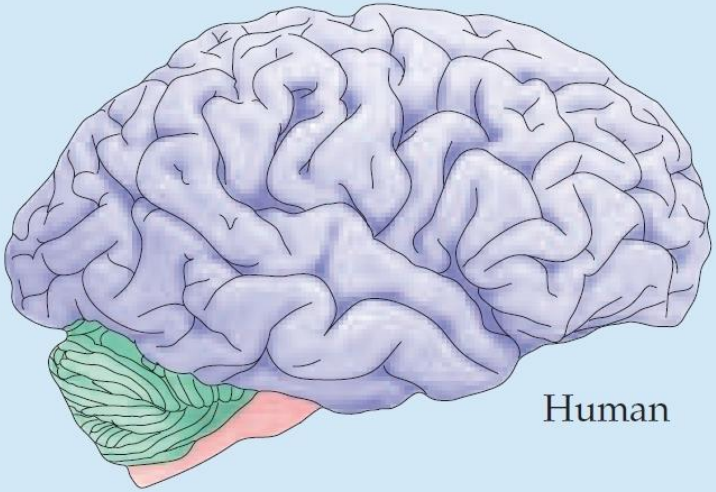
Squirrel
monkey


Cat


Macaque
monkey


Chimp


Porpoise


Human

# Психофизика

Психологическая дисциплина, изучающая количественные отношения между физическими характеристиками стимула и интенсивностью ощущения, возникающего как ответ на этот стимул. Психофизика охватывает две основные группы проблем: измерение порога ощущений, т. е. предела чувствительности сенсорной системы человека, и построение психофизических шкал.

Существуют теории, отрицающие существование сенсорного порога как самостоятельной реальности (теории так называемой динамической чувствительности).

Основы психофизики заложили немецкие исследователи XIX в. Густав Теодор Фехнер и Эрнст Генрих Вебер.

## *Бихевиоризм* (от англ. *behavior* — поведение) — *особое направление о поведении человека и животных*

Основатель бихевиоризма - **Дж. Уотсон** (1878— 1958).

**S —> R**

задачи классического бихевиоризма:

— изучение поведения, адаптирующихся в физической и социальной среде (установление связей между **S** и **R**);

— управление поведением, его моделирование (создание желаемых **R** с помощью **S**); определение вероятного стимула по реакции и предсказание реакции по стимулу

— научение — адаптация, приспособляемость к окружающим условиям;

— выработка навыков — постепенное изменение актуально возможного поведения, полученное в результате опыта.

По мнению Э. **Толмена** (1886—1959) **(S —> PP —> R)**

*стимул* — п*ромежуточная переменная (*намерения, ожидания и знания)— *реакция*

В современной науке - теория социального научения **А. Бандуры** и **Д. Роттера.**

**Гештальтпсихология** (от нем. *gestalt* — целостная форма, структура, свойства которых не определяются свойствами частей, их составляющих) – направление, изучающее психические процессы, формирующие сознание

В группу молодых ученых, занимающихся проблемами гештальта, вошли **М. Вертгеймер, В. Кёлер, К. Коффка.**

***Сознание*** — это целостная структура, от общей организации которой зависят ее отдельные компоненты.

Гештальты широко исследовались в экспериментах по восприятию. Основная проблема — выделение ***фигуры из фона***, поставленная в гештальтпсихологии, является одной из центральных и в современных исследованиях механизмов восприятия. Было предложено множество законов гештальт-восприятия, подчеркивающих целостное восприятие образа путем «озарения» (инсайта), без анализа его отдельных составляющих. Важнейшим является ***закон константности восприятия*** - целостный образ не меняется при изменении его сенсорных элементов.

- **Этология (морфология поведения)** – сравнительное изучение видоспецифического (врожденного) поведения животных и человека с применением всех биологических методов, включая **наблюдения в естественной среде обитания.**

- Предмет анализа –

  **видоспецифические,**

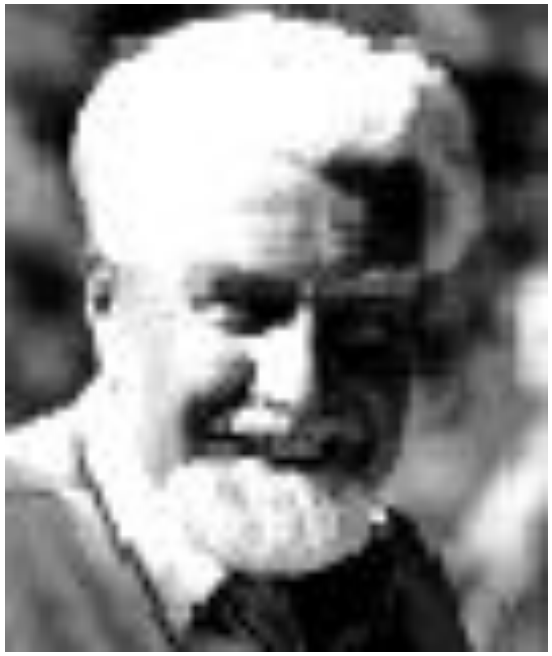
  **генетически обусловленные, врожденные,**

  **инстинктивные**

  акты поведения

  ***К. Лоренц, Н. Тинберген, P.Leyhausen,***

# Основоположники этологии – лауреаты Нобелевской премии 1973 г.



**К. Лоренц (1903-1989)**

**Н. Тинберген (1907-1988)**

# Физиологическая психология

Термин "физиологическая психология" был введен в конце XIX века В.Вундтом для обозначения психологических исследований, заимствующих методы и результаты исследований у физиологии человека.

Раздел экспериментальной психологии.

Теоретико-экспериментальные основы – теория функциональных систем (П.К. Анохин, 1968), принцип саморегуляции психологических процессов (Н.А.Бернштейн, 1963), системная психофизиология (В.Б.Швырков, 1988, Ю.И. Александров, 1997).

# Нейропсихология

Это отрасль психологической науки, слож
на стыке нескольких
дисциплин: психологии, медицины
(нейрохирургии, неврологии), физиологии, — и
направленная на изучение мозговых механизмов высших психических функций на материале локальных поражений головного мозга.

Теоретической основой нейропсихологии является разработанная А.Р. Лурией (1973) теория системной динамической локализации психических процессов.

Смыкается с психофизиологией.

**Психофизиология (психологическая физиология)** — научная дисциплина, возникшая на стыке психологии и физиологии, предметом ее изучения являются физиологические основы психической деятельности и поведения человека.

Термин "психофизиология" был предложен в 1830 году французским философом Н. Массиасом и первоначально использовался для обозначения широкого круга исследований психики, опиравшихся на точные объективные физиологические методы (определение сенсорных порогов, времени реакции и т.д.).

# Когнитивная психофизиология

Экспериментальное воплощение информационной парадигмы осуществляется в многочисленных исследованиях, выполненных в русле когнитивной психологии, которая изучает закономерности переработки информации человеком.

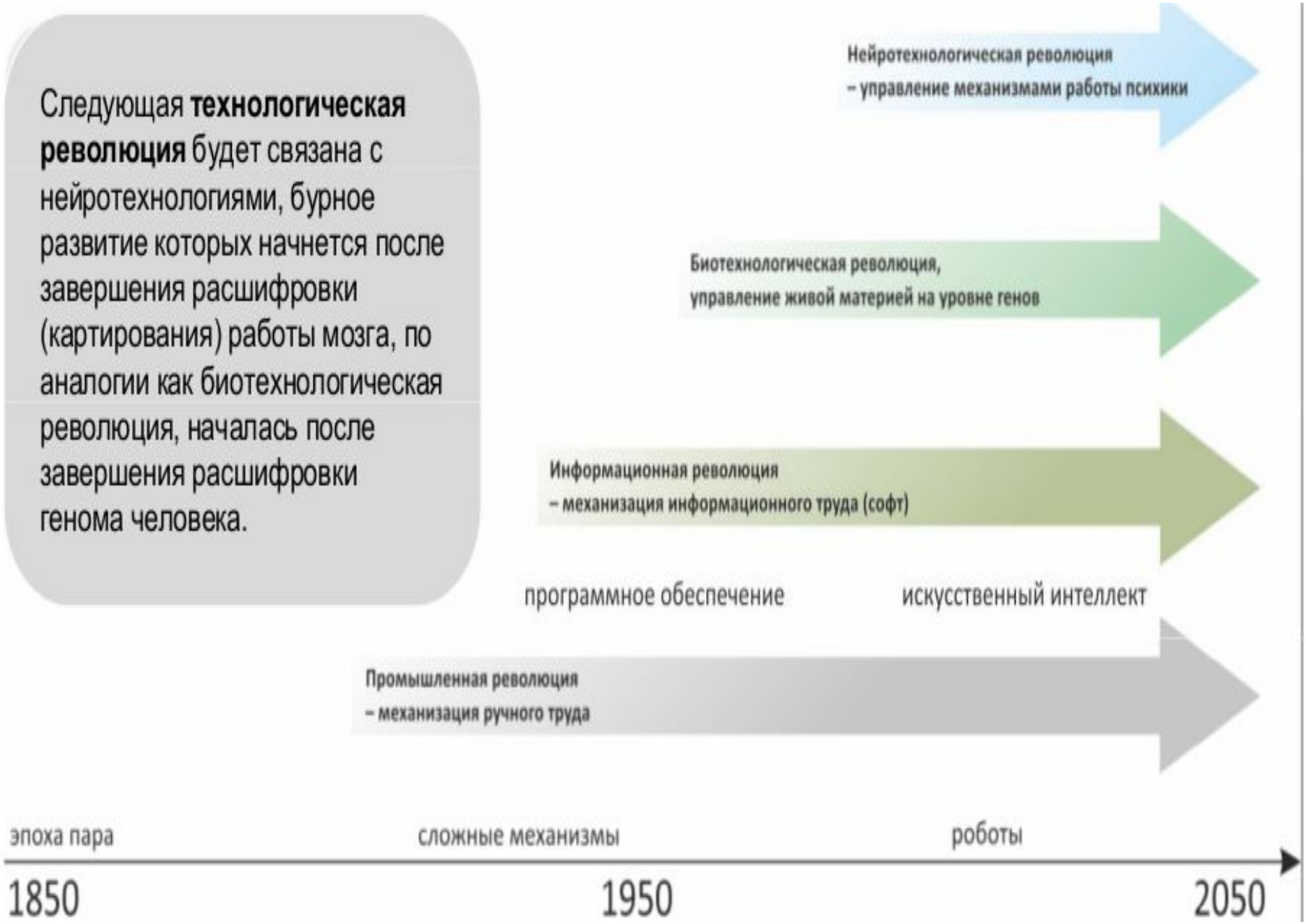
В той же логике действует направление, именуемое когнитивной психофизиологией, предметом исследования которого являются мозговые механизмы переработки информации. Принципиальным является тот факт, что информационный подход позволяет анализировать мозговые процессы и психические явления, т.е. явления двух разных уровней, в едином концептуальном плане.

Использование терминов и понятий информационного подхода (например, сенсорный анализ, принятие решения и др.) применительно к физиологическим процессам (вместо возбуждения и торможения) открывает путь для более содержательной их интерпретации, ориентированной на выявление физиологических механизмов познавательной деятельности человека.

Новые электрофизиологические методы, в первую очередь регистрации вызванных и событийно-связанных потенциалов. Эти методы позволили вплотную подойти к изучению физиологических механизмов отдельных стадий процесса переработки информации: сенсорного анализа, мобилизации внимания, формирования образа, извлечения эталонов памяти, принятия решения и т.д. (хронометрирование).

Нейроинформатика теоретические принципы переработки информации в нейронных сетях мозга человека и животных

Следующая **технологическая революция** будет связана с нейротехнологиями, бурное развитие которых начнется после завершения расшифровки (картирования) работы мозга, по аналогии как биотехнологическая революция, началась после завершения расшифровки генома человека.



# Комплексный инфраструктурный проект CoBrain –

## направлен на создание научно-внедренческой сети лабораторий по разработке технологий расширения ресурсов мозга человека на всех уровнях за счет его интеграции с техносферой

**ИНСТРУМЕНТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ** | **НАУКА** | **ТЕХНОЛОГИИ** | **СЕГМЕНТЫ РЫНКА**

Развитие биотехнологий

Развитие IT

Расшифровка механизмов работы мозга

Интерфейсы мозг-компьютер

Нейроморфные IT и нейросемантика

- дополнительные когнитивные ресурсы для людей пожилых и молодых
- новые методы лечения болезней мозга

Нейрофарма

- ресурсы восстановленных органов чувств и дополнительные органы

Нейромедтех

- ресурсы концентрации, познавательной способности, объема знаний

Нейрообразование

- ресурсы креативности, быстроты мышления

Нейроразвлечения

- ресурсы управления информационным потоком, противостояния ему и его селекции

Нейрокоммуникации

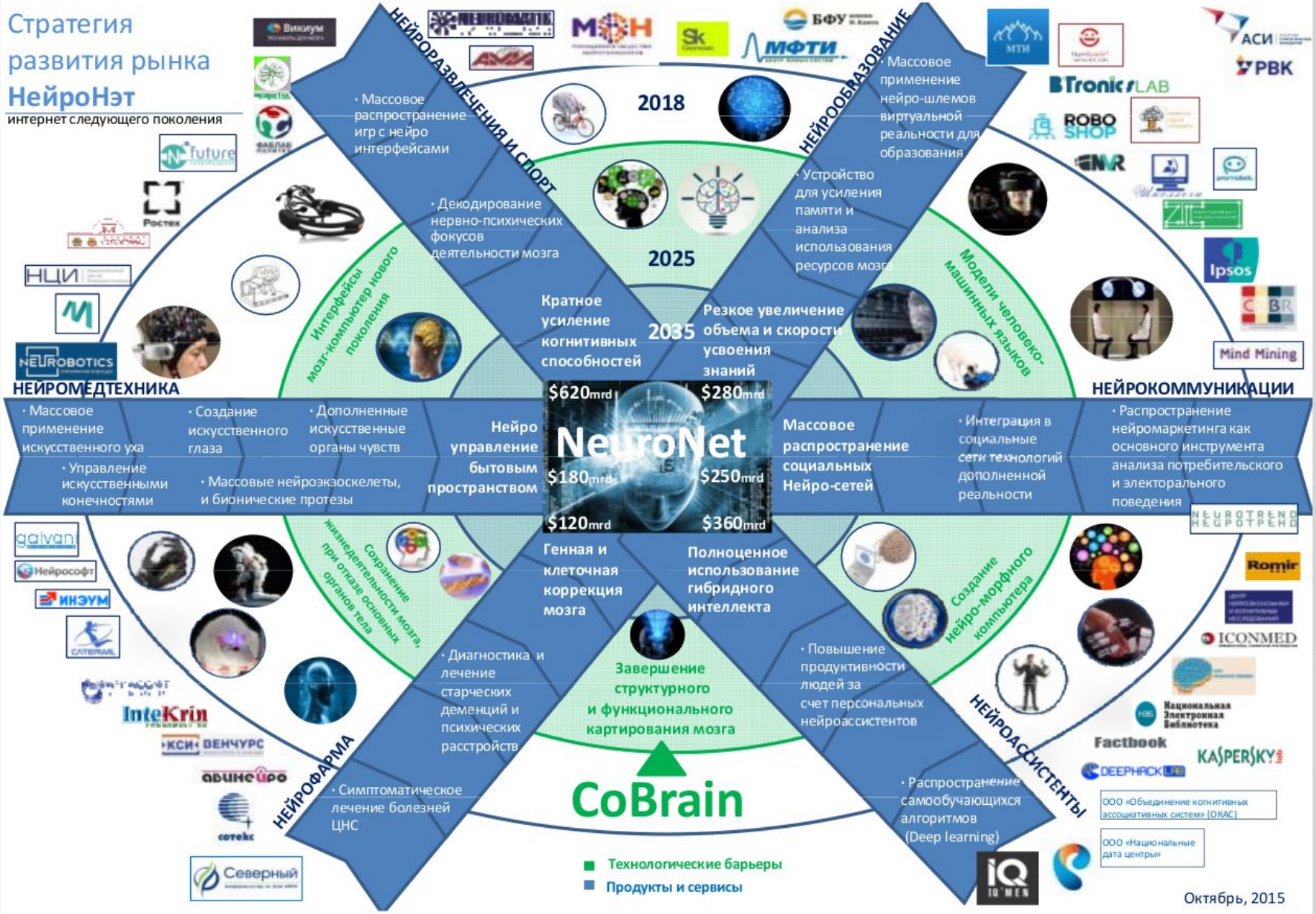
- ресурсы гибридного интеллекта

Нейроассистент

### Технические результаты 2016-2018 гг

- **Создано 40 центров сбора информации**
- **Создано 4 ЦКД (преимущественно на базе существующих):**
  - ЦКД генетического анализа
  - ЦКД исследования фМРТ
  - ЦКД оптических методов у животных и человека (NIRS)
  - ЦКД сбора NeuroBigData
- **Разработаны протоколы и интерфейсы передачи и доступа к данным, а также форматы данных**
- **Проведен сбор данных для 10 тыс. детей и 50 тыс. взрослых**
- **Проведен анализ собранного массива данных для выявления заболеваний ЦНС у детей и взрослых.**

Файл Правка Вид Переход Закладки Справка
8 из 10
111,59%



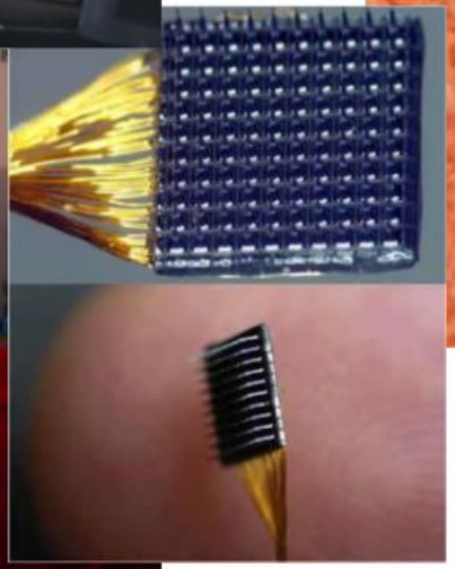

# Комплексный инфраструктурный проект CoBrain

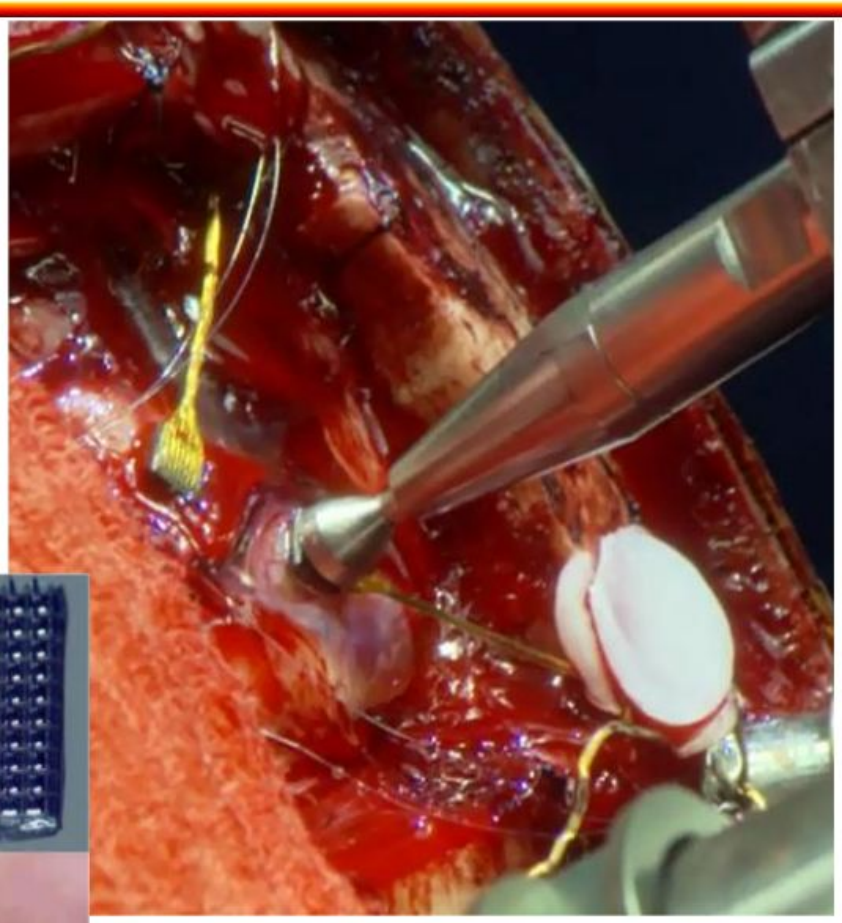
**High-performance neuroprosthetic control by an individual with tetraplegia**

Andrew B. Schwartz, Bioengineering University of Pittsburgh. Lancet V 381 Feb 2013

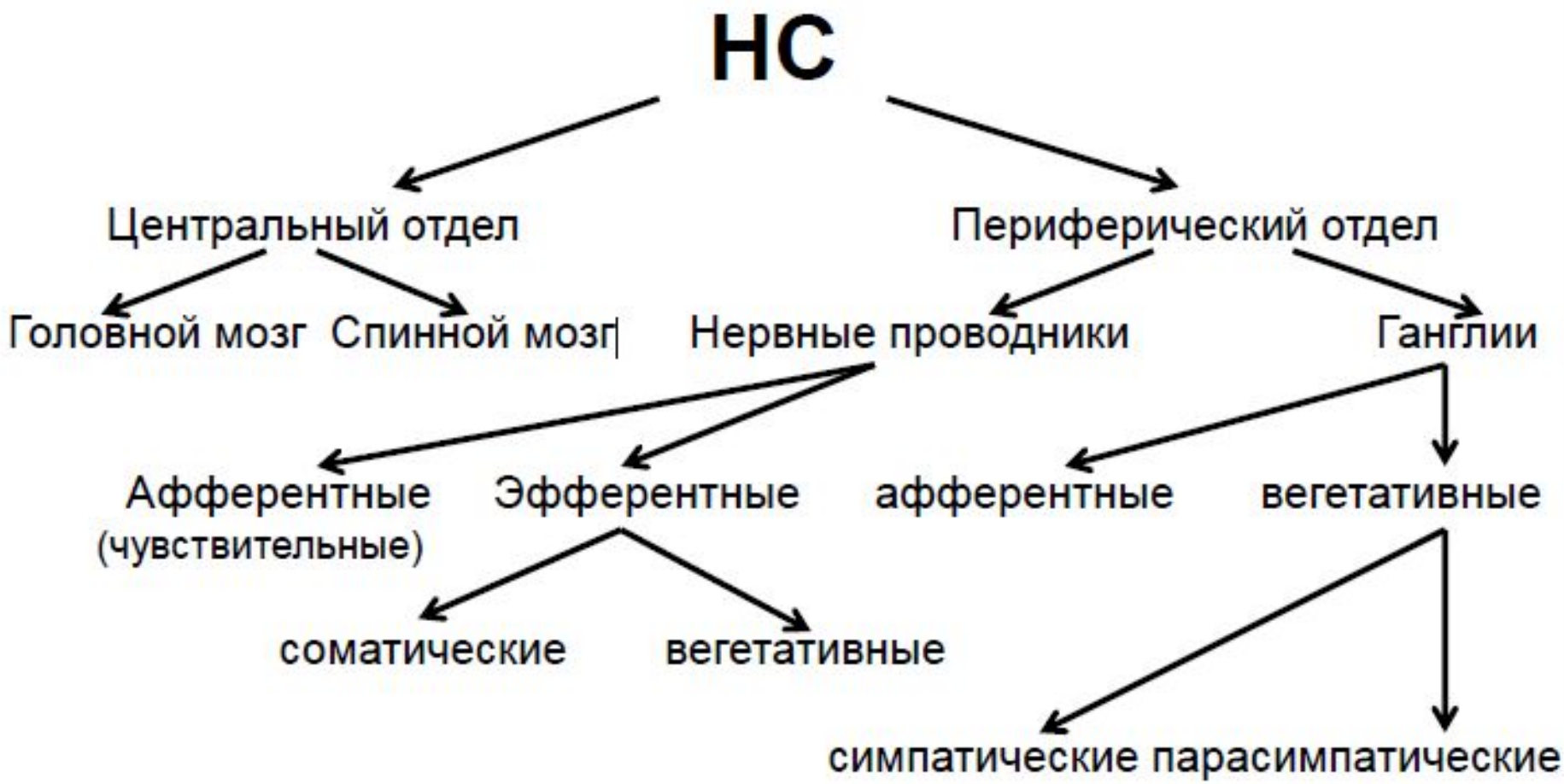
**Reach and grasp by people with tetraplegia using a neurally controlled robotic arm**

John P. Donoghue Brown University, Providence Nature 485 May 2012



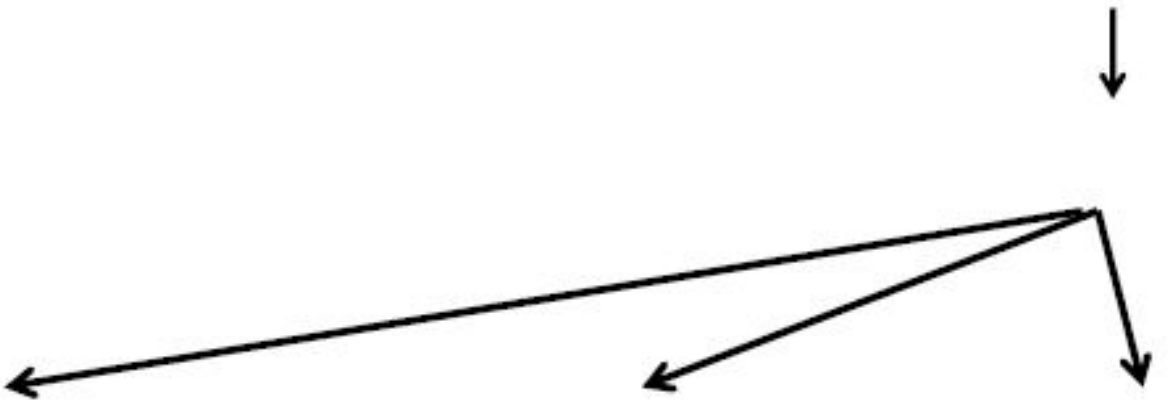


# Строение нервной системы (НС)



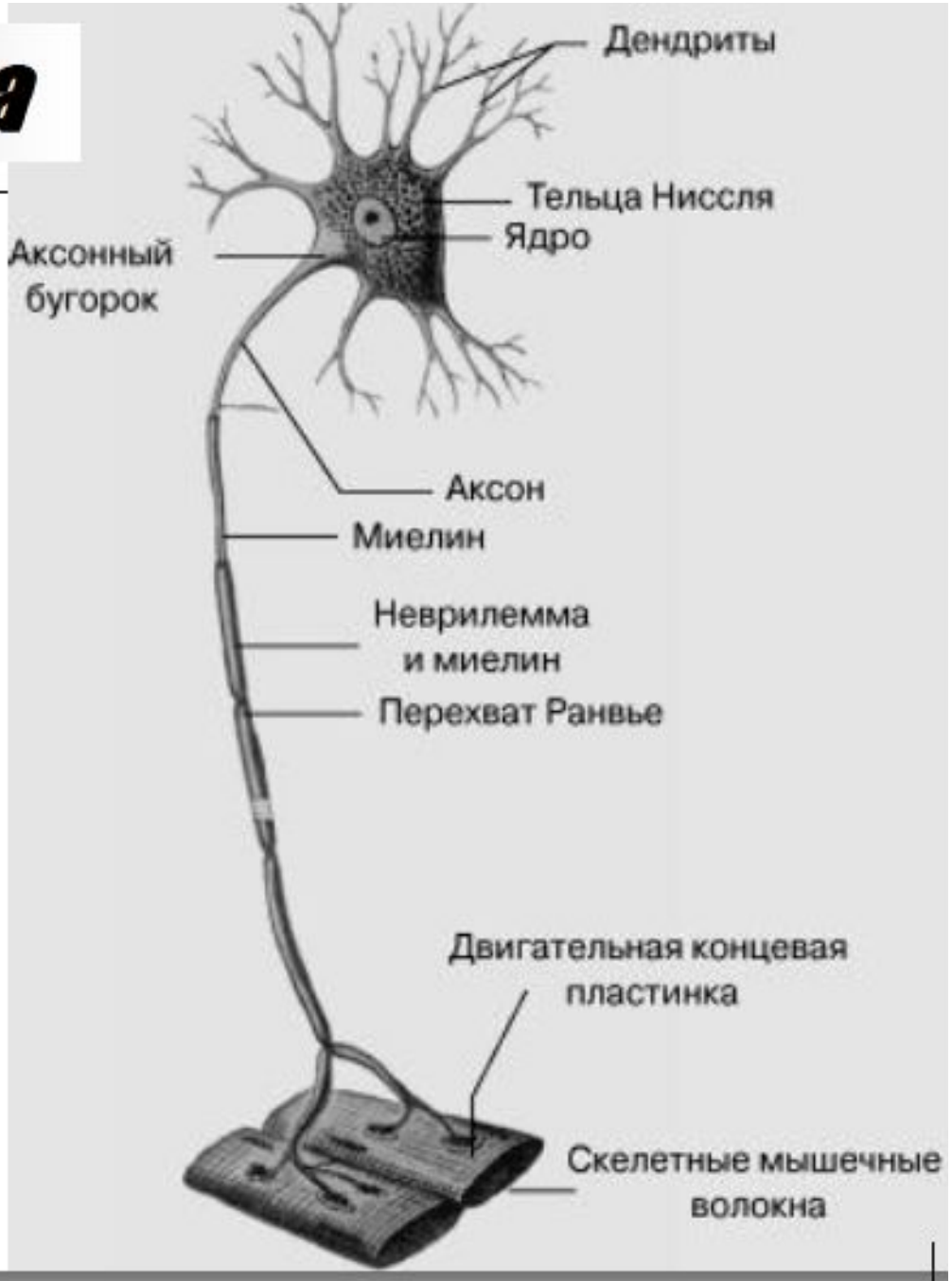
# Функции ЦНС

Афферентная Анализ и синтез Эфферентные влияния



трофическое вазомоторное функциональное

# Строение нейрона



# Классификация нейронов

***По локализации:***

Нейроны

центральные

периферические

в чувствительных ганглиях

в вегетативных ганглиях

***По функциям:***

Афферентные

Эфферентные

Вставочные

возбуждающие

тормозящие

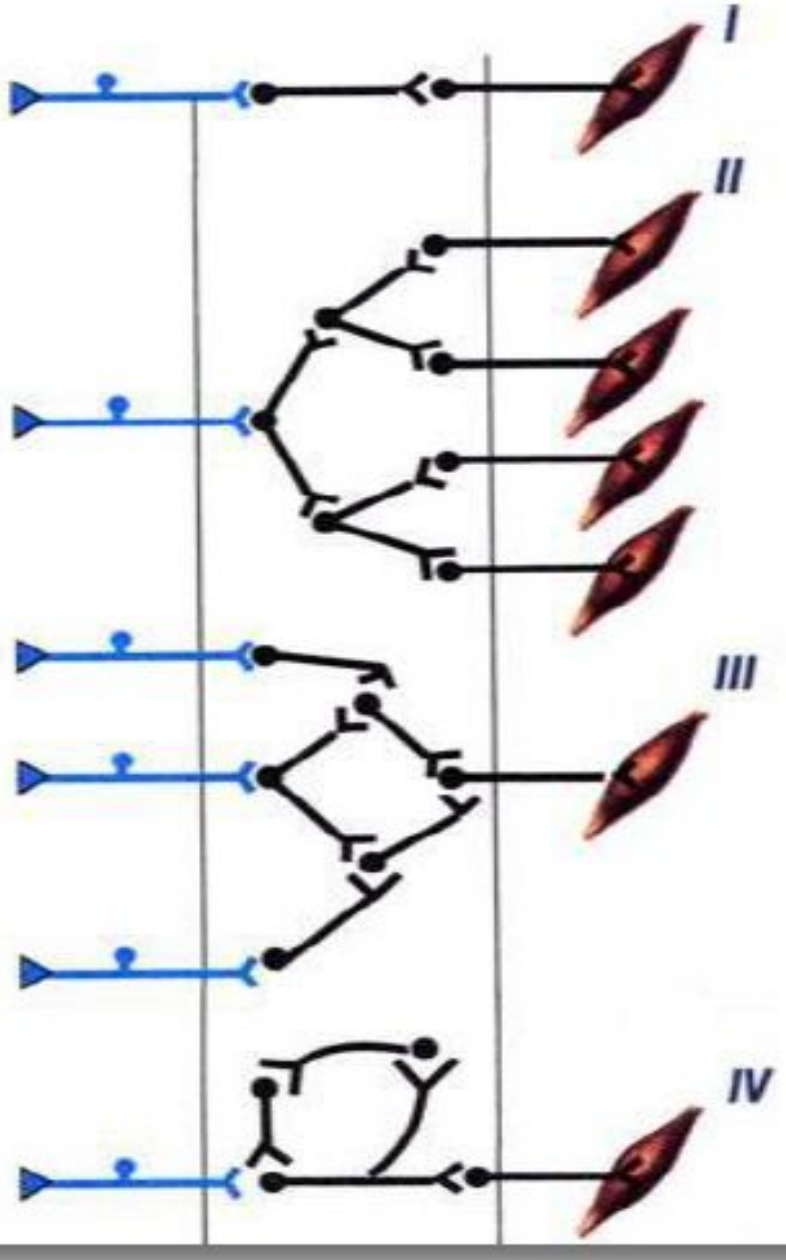
# Функции нейрона

- афферентная
- интегративная
- эфферентная
- проводниковая
- памяти
- секреторная
- трофическая
- двигательная

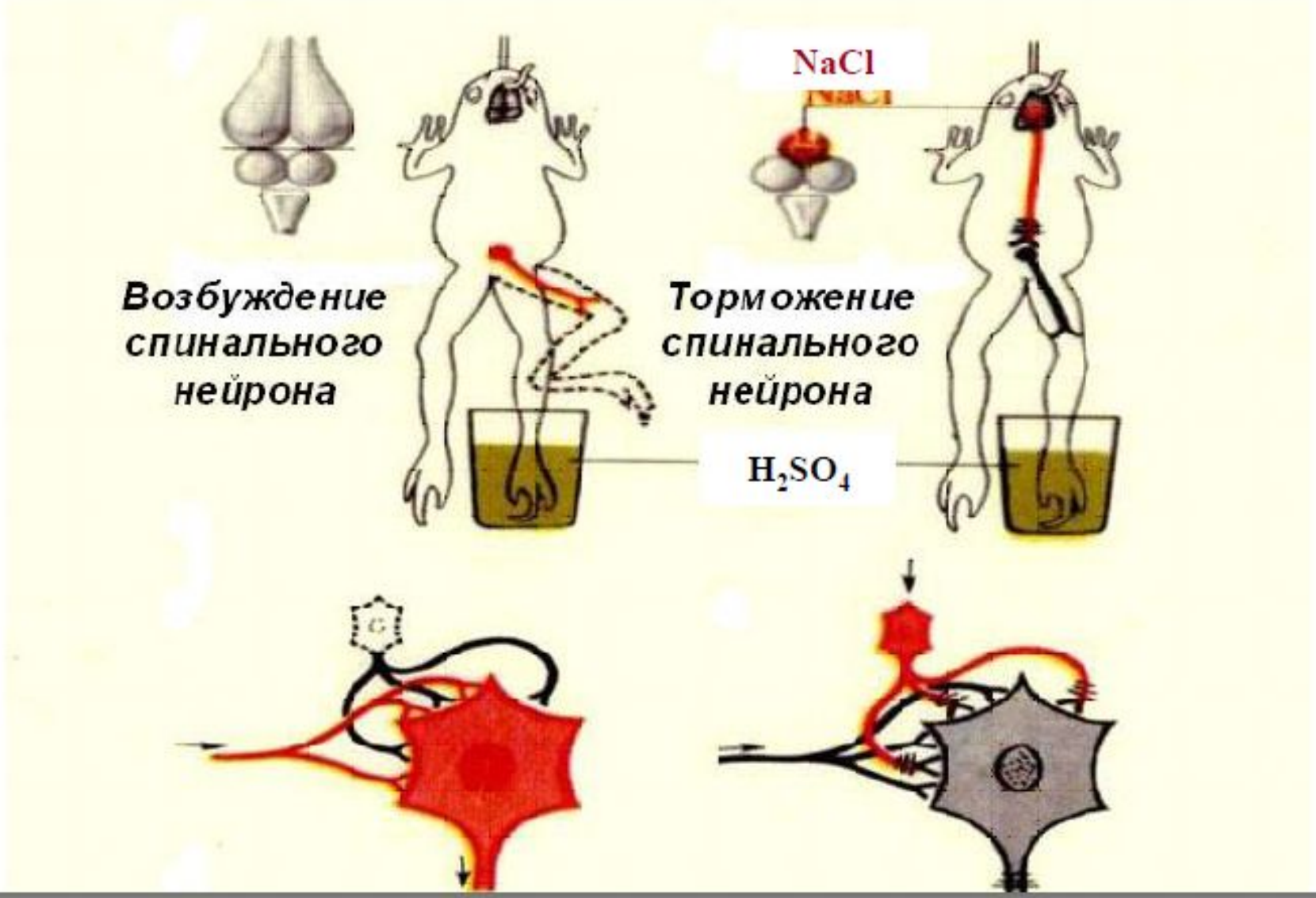
# Типы нейронных цепей

*I* - последовательная
*II* - дивергирующая
*III* - конверующая
*IV* - кольцевая

*а - чувствительные нейроны*
*б - вставочные нейроны*
*в - мотонейроны*



# Опыт сеченовского торможения



# Классификация торможения

***По причине развития:***

Торможение

Первичное | Вторичное (запредельное и следовое)

***По локализации в синапсе:***

Торможение

Пресинаптическое (на входе) | Постсинаптическое (на выходе)

***По механизму развития:***

Торможение

Гиперполяризационное | Деполяризационное

***По направлению тормозного влияния:***

Торможение

поступательное | возвратное

***По природе медиатора тормозного нейрона:***

Торможение

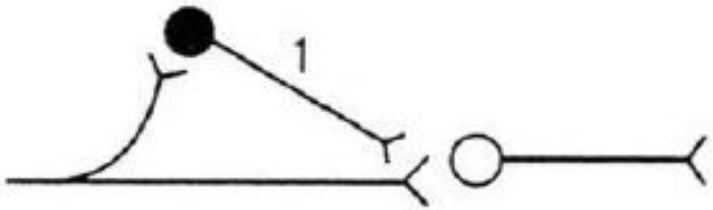
Глицинэргическое | ГАМКэргическое

# Пресинаптическое торможение

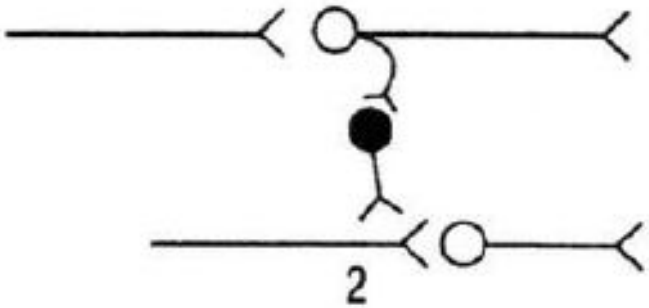
***Механизм:*** ГАМК – ГАМКрц1 – ↑выход $CL^-$ из клетки - стойкая деполяризация пресинаптической мембраны - ↓ возбудимости пресинаптической мембраны – нет выхода медиатора из пресинаптической мембраны

## *Виды торможения*

**1) Параллельное**




**2) Латеральное**



# Постсинаптическое торможение

***Механизм***

**А) Глицин - ↑проницаемость для CL (вход его в клетку по концентрационному градиенту) – гиперполяризация постсинаптической мембраны (ТПСП) - ↓ возбудимость постсинаптической мембраны – торможение;**

**Б) ГАМК:**

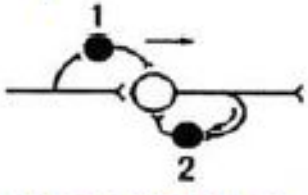
**- если ГАМК – ГАМКрц1 - ↑проницаемость постсинаптической мембраны для CL (в клетку) – ТПСП - ↓возбудимости - торможение;**

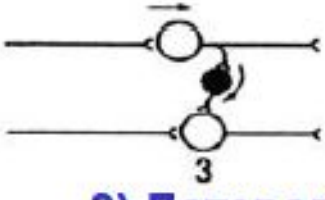
**- если ГАМК – ГАМКрц2 - активация цАМФ (?) - ↑выход К из клетки — ТПСП - ↓возбудимости - торможение;**

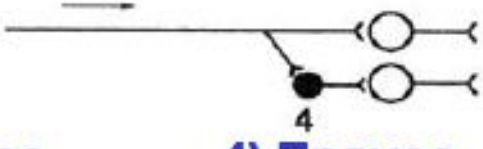
**Причиной ТПСП может быть снижение проницаемости постсинаптической мембраны для ионов Na, например, в симпатических ганглиях.**

***Виды торможения***

**1) Параллельное**




**2) Возвратное** **3) Латеральное** **4) Прямое**

# Понятие нервного центра

***Анатомическое определение (жизненно важный центр):***

Совокупность нейронов, расположенных на определенном уровне мозга и отвечающих за определенную функцию, например: в продолговатом мозге – центры дыхания, кровообращения и другие.

***Физиологическое определение:***

Совокупность нейронов, расположенных на различных уровнях ЦНС и регулирующих определенный вид деятельности, например, функция дыхания:

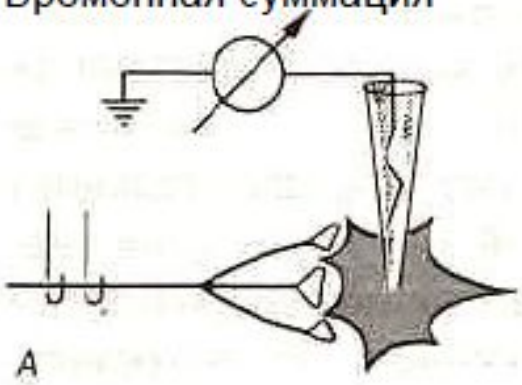
- **КБП – произвольная регуляция дыхания;**
- **лимбическая кора – связь эмоций и дыхания;**
- **гипоталамус – приспособление дыхания к уровню обменных процессов и т.д.**

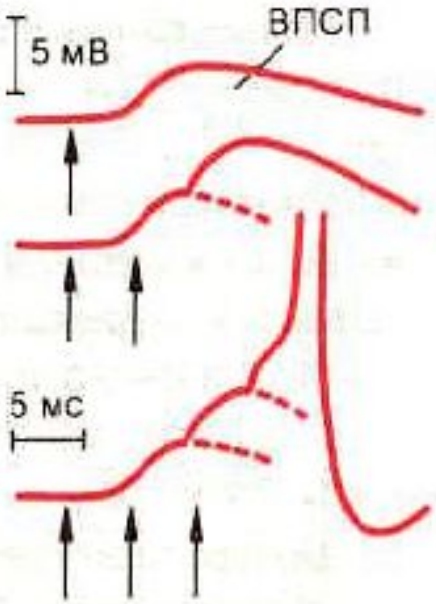
# Свойства нервных центров:

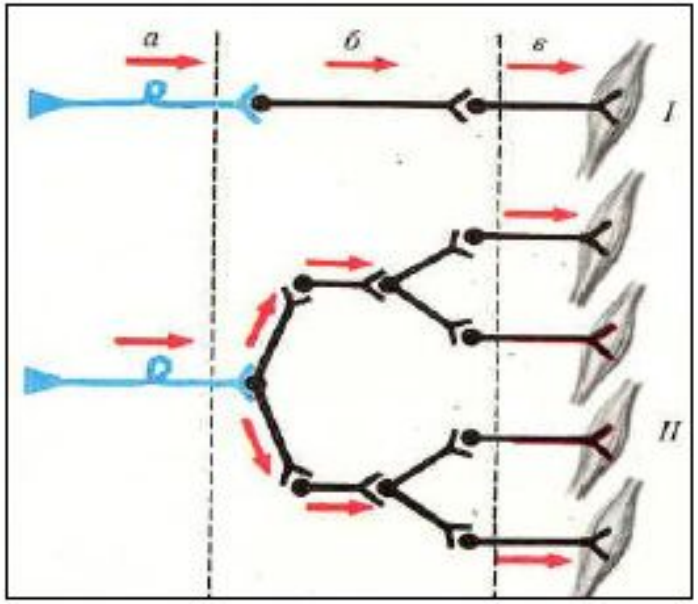
- ***одностороннее проведение возбуждения***
- низкая возбудимость
- ***низкая скорость проведения возбуждения***
- низкая лабильность
- ***высокая утомляемость***
- способность к суммации
- ***высокая чувствительность к действию ядов, токсинов, гипоксии, гиперкапнии***
- явление последействия
- ***инерционность***
- трансформация ритма возбуждения
- ***способность к торможению***

# СУММАЦИЯ В ЦНС

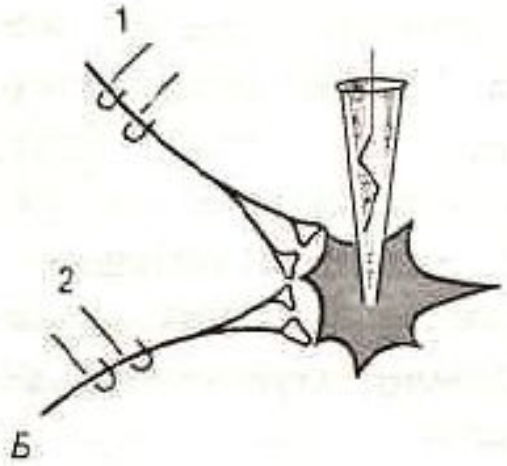
Временная суммация

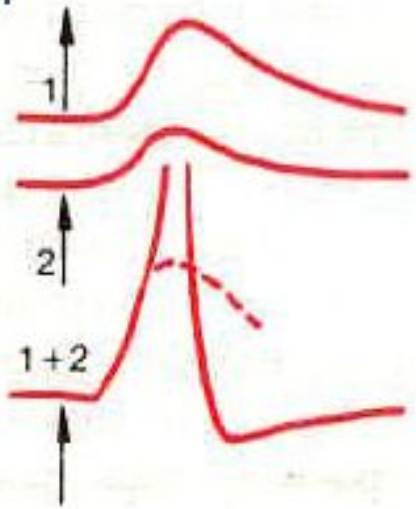


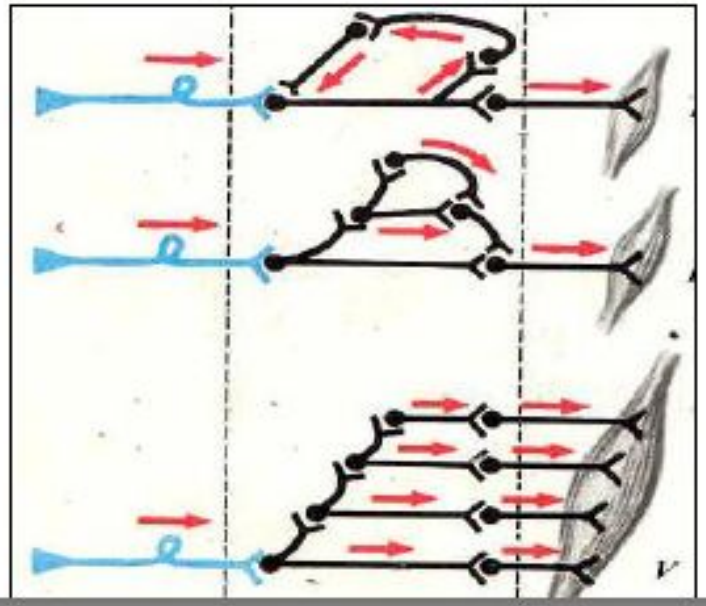



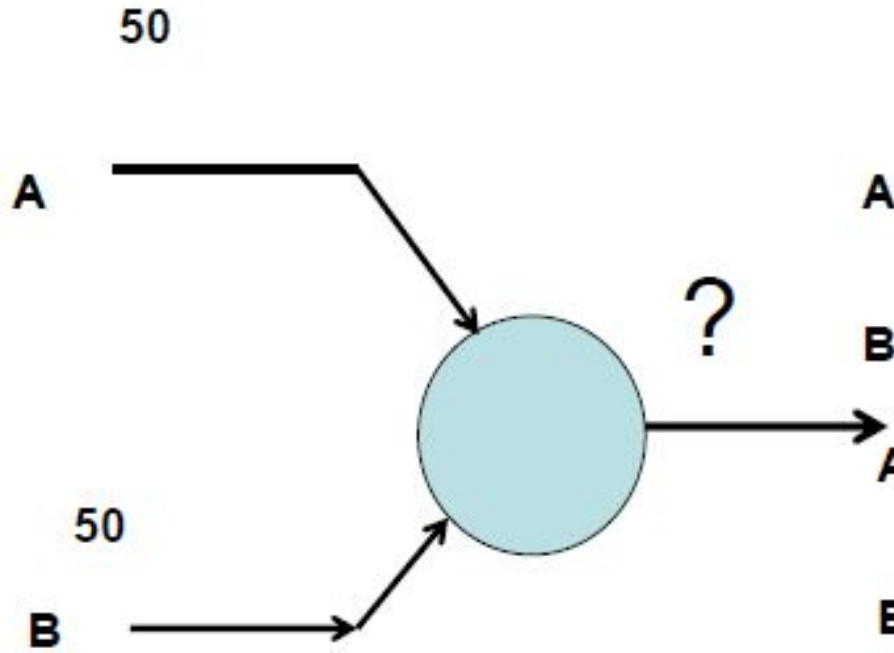

Пространственная суммация

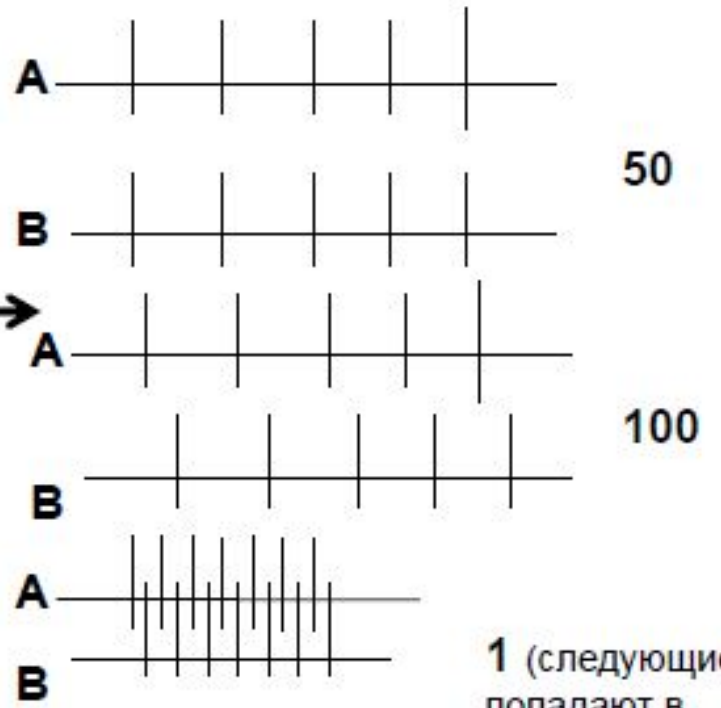


# ТРАНСФОРМАЦИЯ РИТМА




*Фазовые соотношения входящих импульсов*

**1** (следующие попадают в рефрактерность предыдущего

# Этапы развития рефлекторной теории:

- ***Рене Декарт, 1648 год*** **– принцип детерминизма: причинной обусловленности явлений;**
- ***Маршалл Холл*** **– термин "рефлекторная дуга";**
- ***Иржи Прохазка*** **– термин "рефлекс"**
- ***И.М.Сеченов, 1863 г.*** **работа "Рефлексы головного мозга" - основная мысль работы сводится к тому, что "все акты сознательной и бессознательной жизни суть рефлексы", т.е. в основе даже психической деятельности лежит рефлекс; высказал предположение об обратной афферентации.**
- ***И.П.Павлов*** **– учение об условных рефлексах как механизмах психической деятельности. Развил рефлекторную теорию, основанную на трёх принципах:**

  ***а) детерминизма,*** т.е. причинной обусловленности различных процессов мозговой деятельности;

  ***б) анализа и синтеза*** раздражений в высших отделах мозга;

  ***в) структурности -*** приурочения динамики к структуре, т.е. связи функций мозга с определенными его структурами.
- ***П.К.Анохин*** **описал механизм обратной афферентации, создал учение о функциональной системе саморегуляции.**

# Классификация рефлексов:

***По сигнальному значению***

Условные (приобретенные) и безусловные (врожденные)

***По уровню замыкания рефлекторной дуги***

Спинальные, бульбарные, мезенцефальные, таламические, корковые

***По эффектору***

Соматические и вегетативные

***По локализации рецепторов***

Интероцептивные — хемо-, баро-, осмо-

экстероцептивные — зрительные, обонятельные и др.

проприорецтивные

***По биологическому значению***

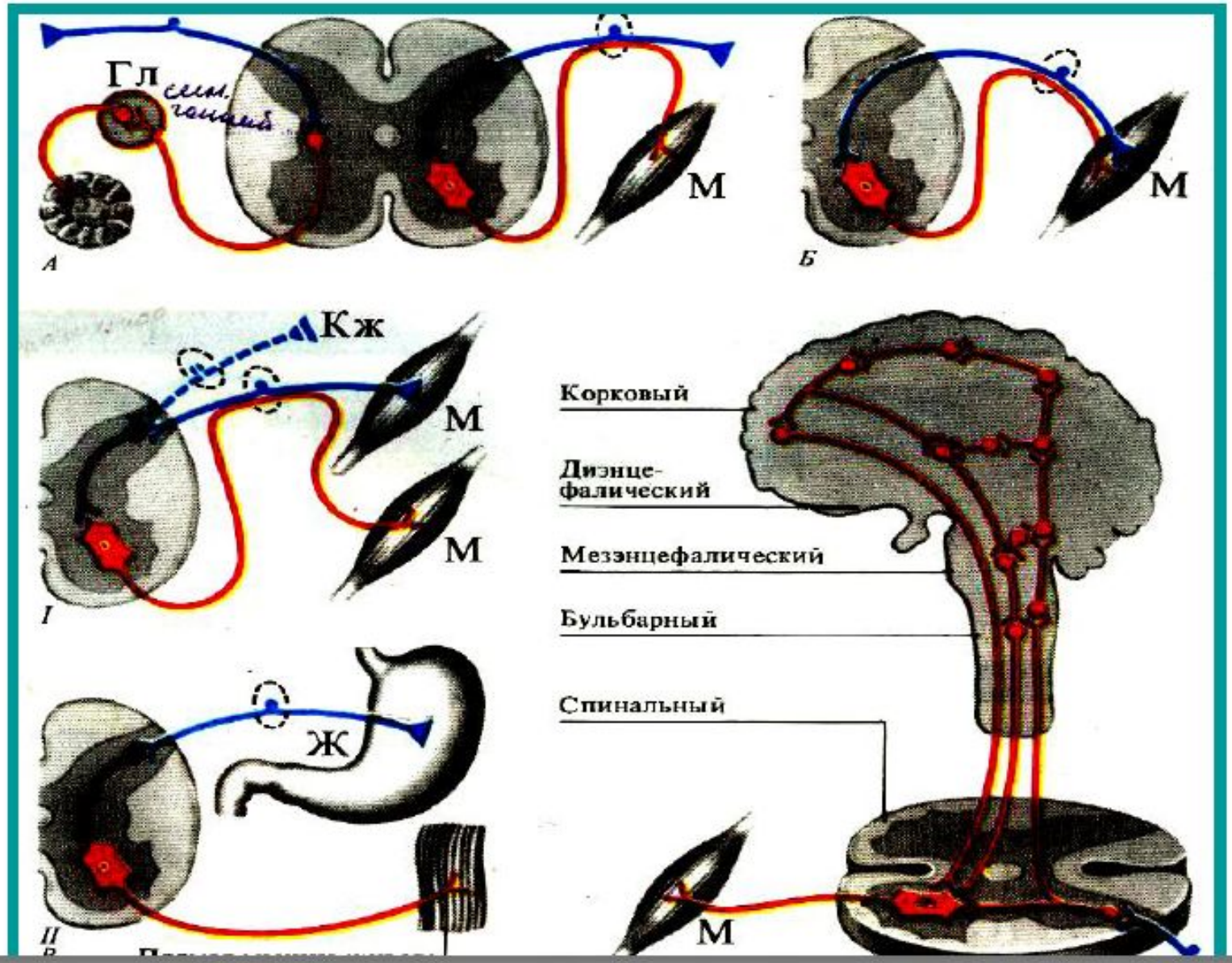
Пищевые, половые, ориентировочные, оборонительные

## РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА -

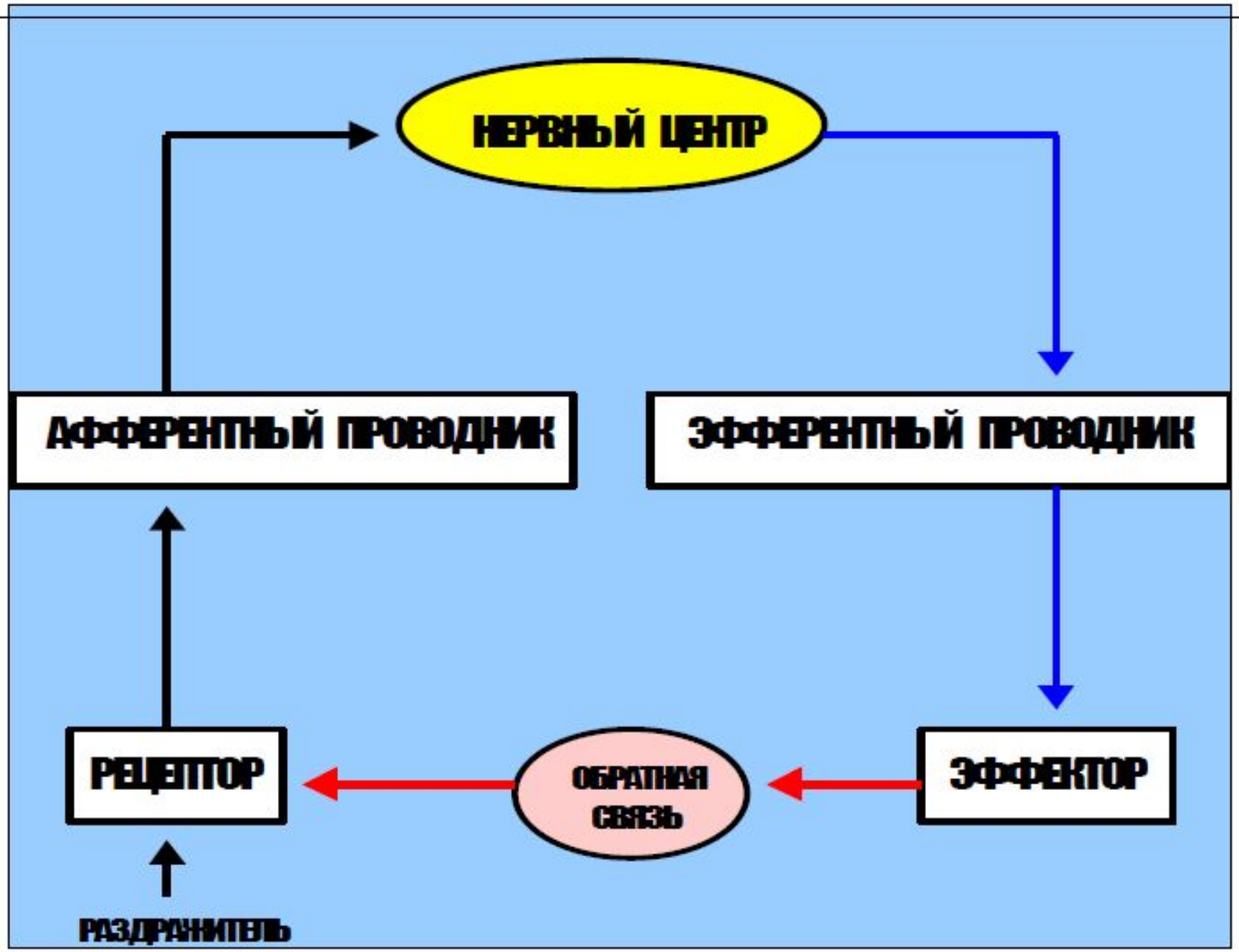
(нервный путь рефлекса) – совокупность структур, необходимых для осуществления рефлекса.

**Обратная афферентация** – связь периферии с ЦНС. Источником её являются рецепторы, локализованные в органе-эффеторе и в органах чувств, принимающих участие в оценке результата рефлекторного акта. Сигналы обратной афферентации используются для сравнения результата рефлекторного акта с его программой.

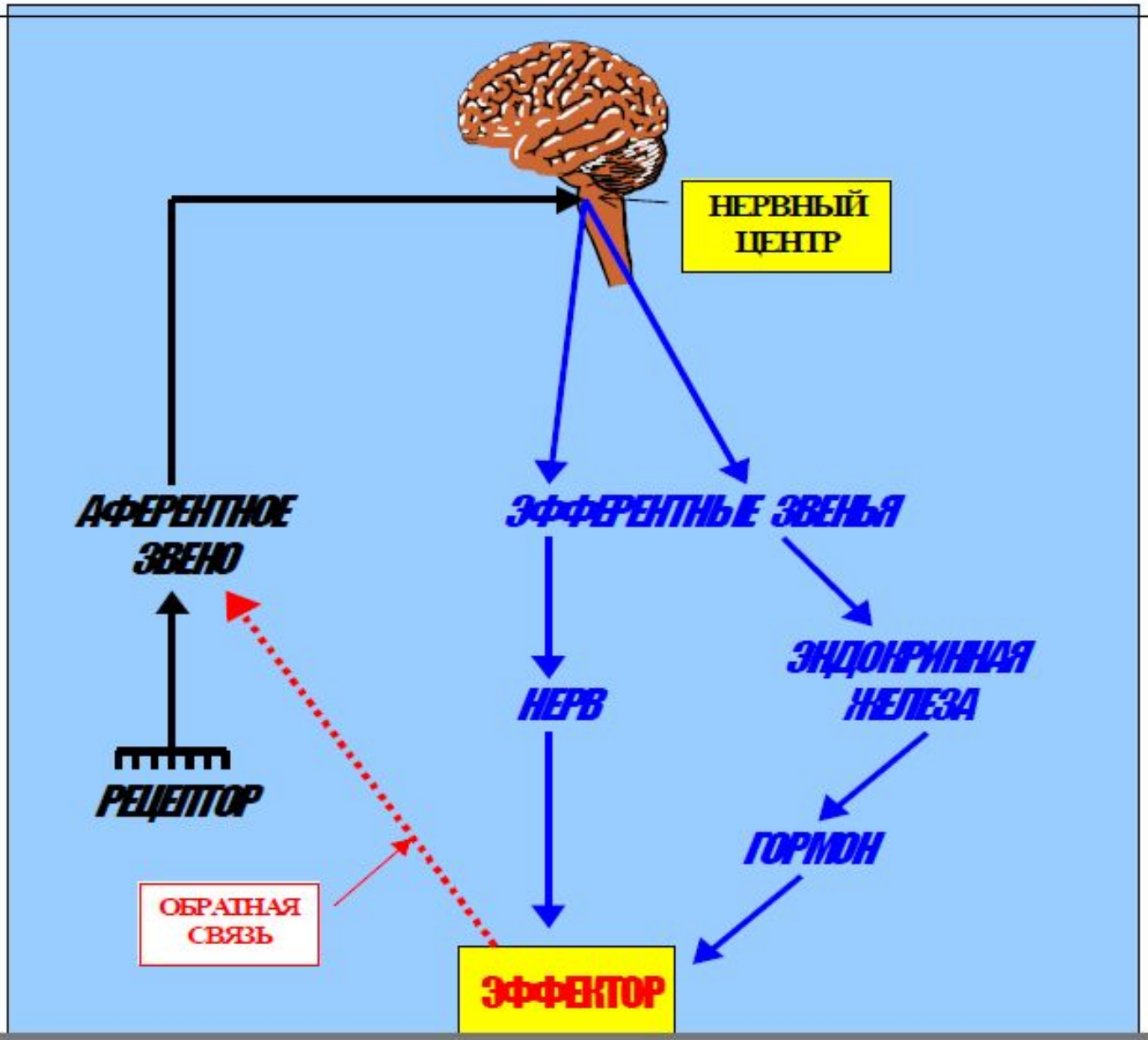
# ПРОСТАЯ И СЛОЖНАЯ РЕФЛЕКТОРНЫЕ ДУГИ



# РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА И РЕФЛЕКТОРНОЕ КОЛЬЦО

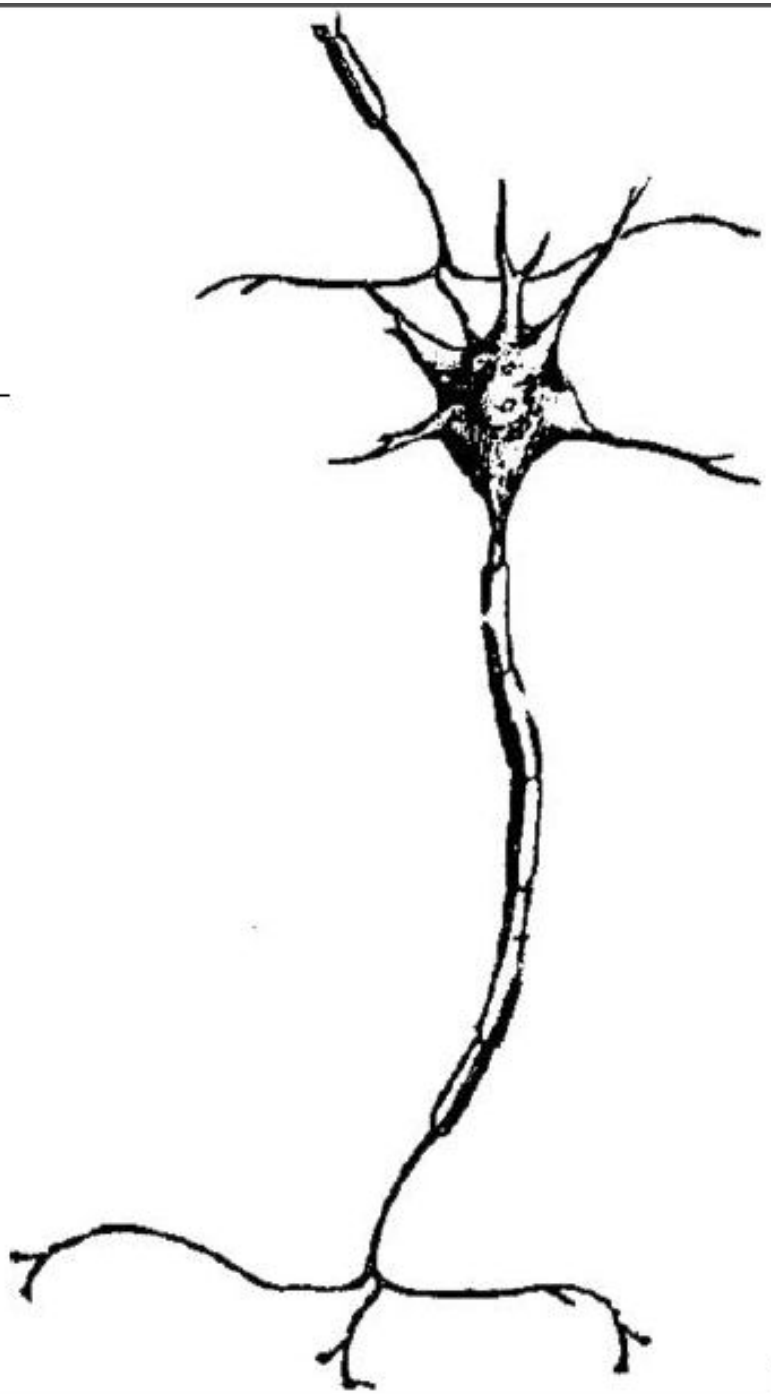


# ЗВЕНЬЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

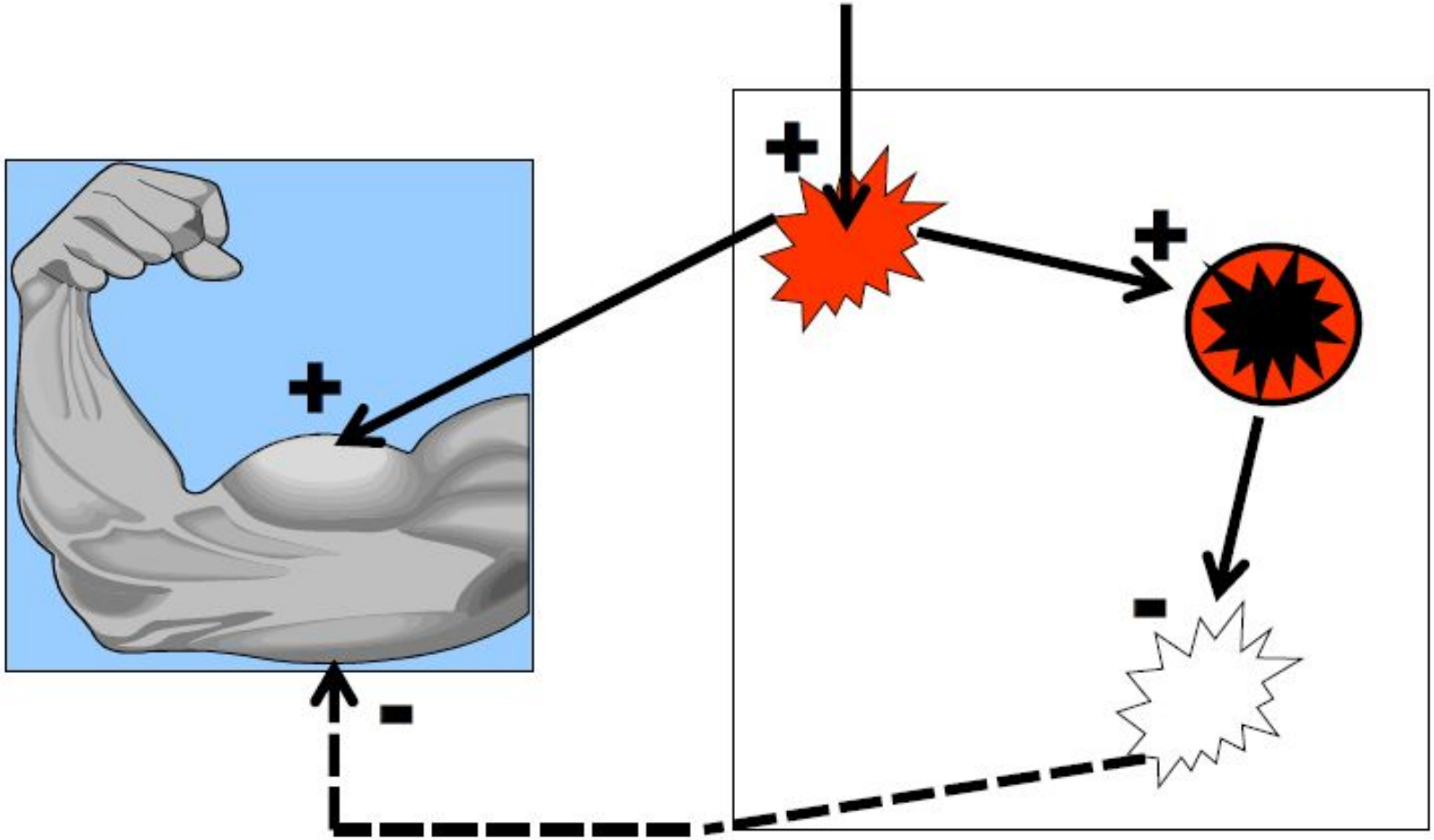


# Принципы координационной деятельности ЦНС:

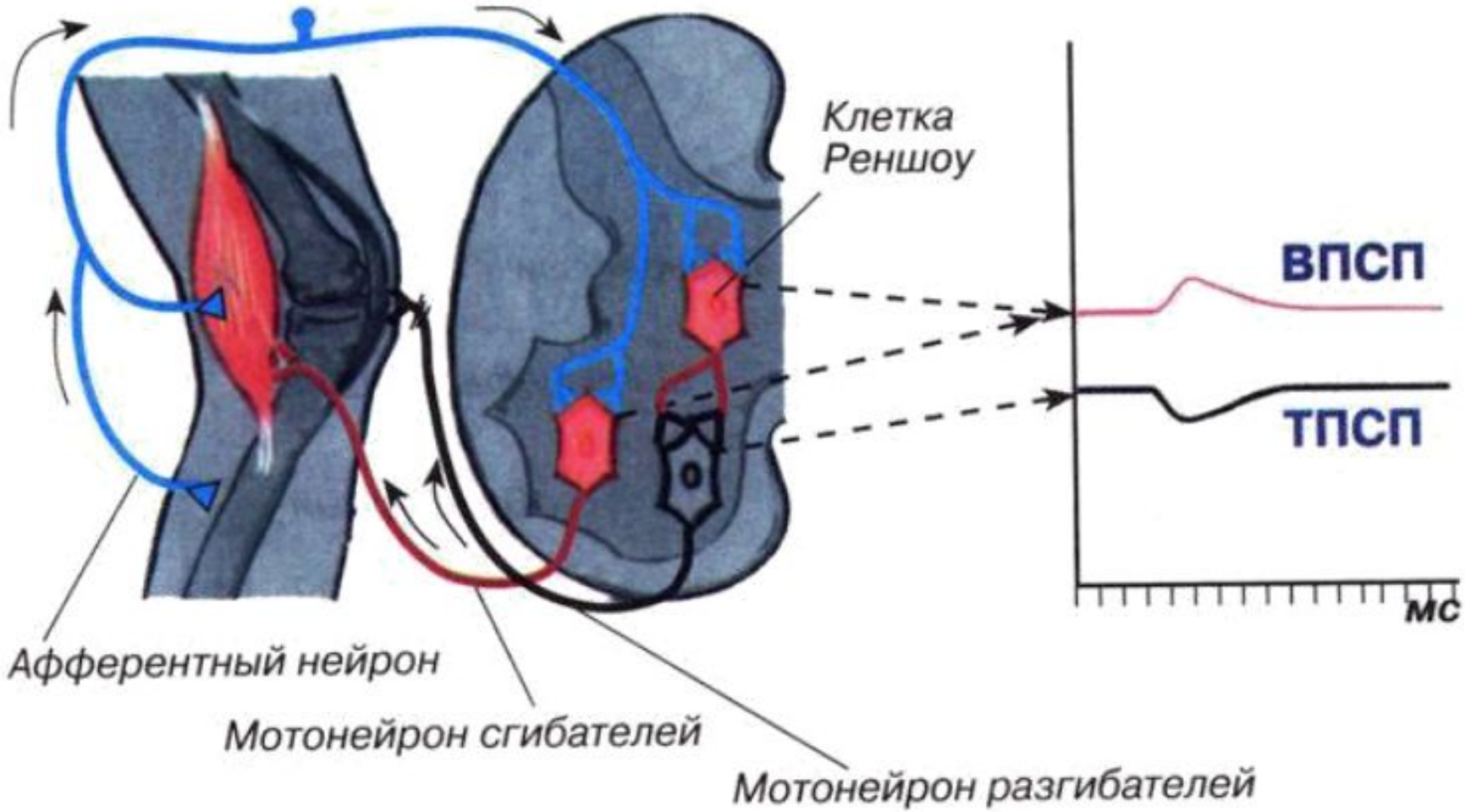
- *реципрокности (сочетанности)*
- *обратной афферентации*
- *доминанты*
- *общего конечного пути (по Шеррингтону)*
- *субординации нервных центров*



# ПРИНЦИП РЕЦИПРОКНОСТИ (СОПРЯЖЕННОГО ТОРМОЖЕНИЯ)



# Принцип реципрокности



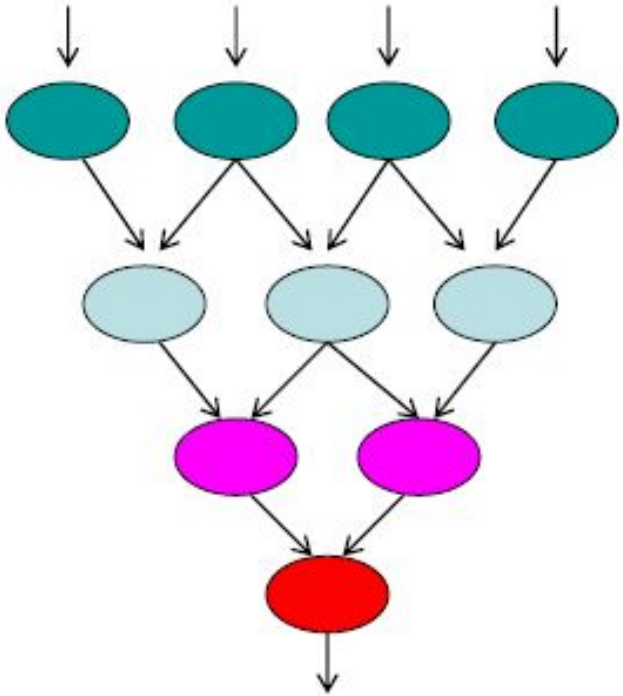
# Принцип общего конечного пути в спинном мозге

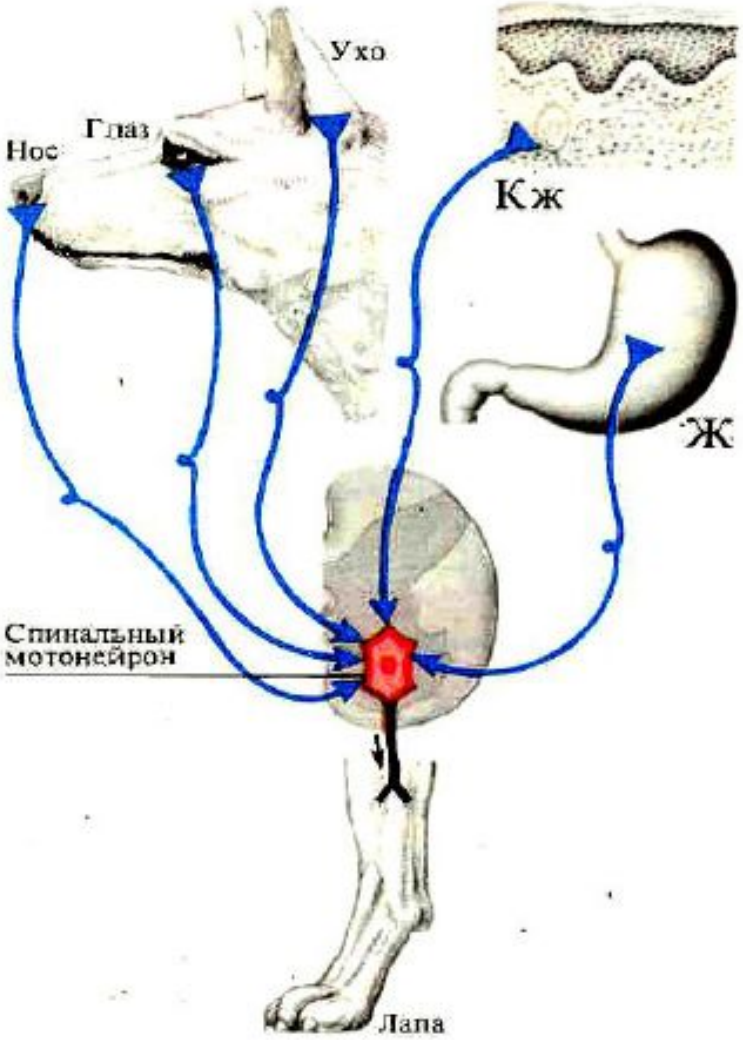
КОРА

ПОДКОРКА

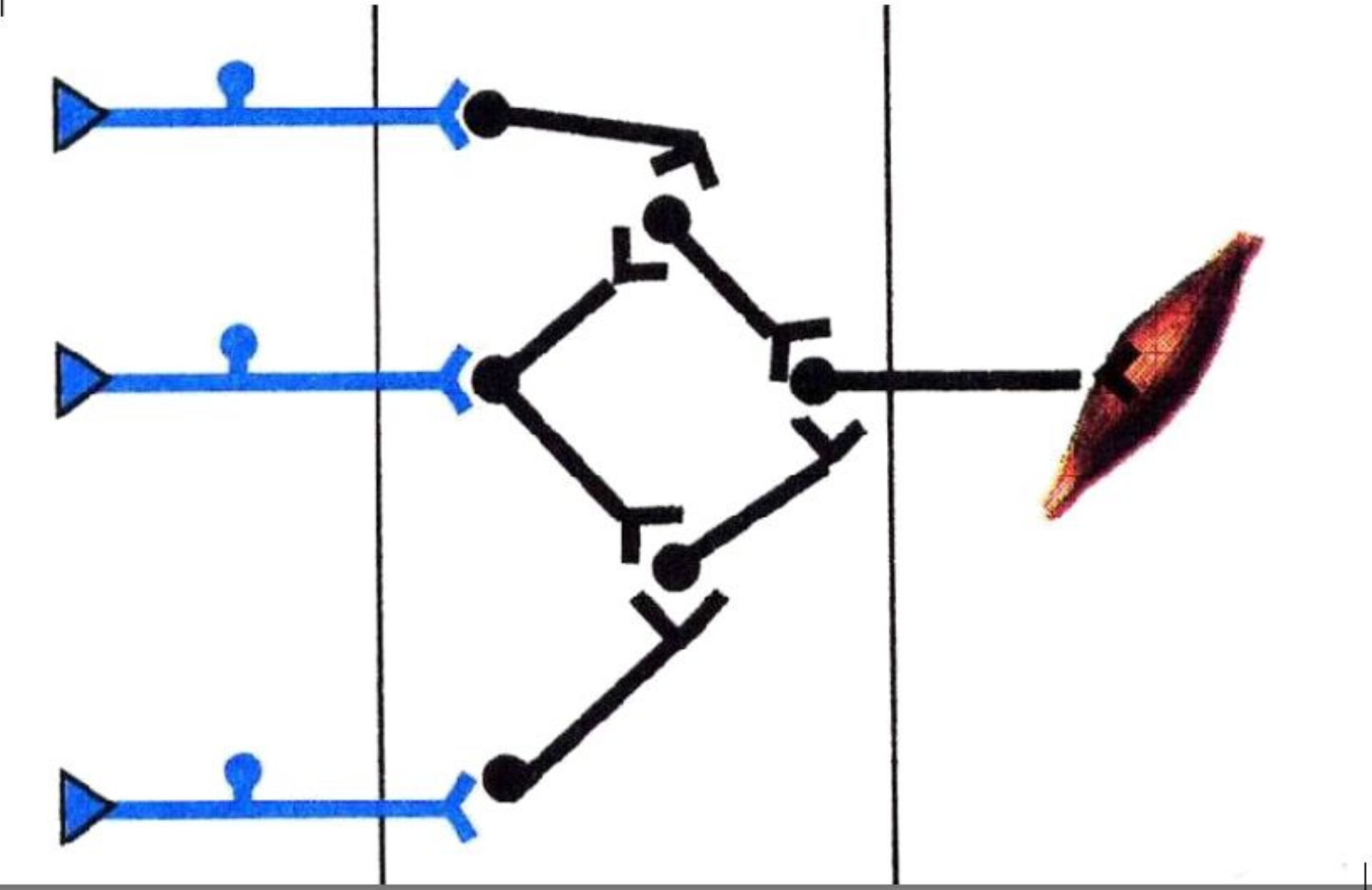
СТВОЛ

СПИННОЙ МОЗГ

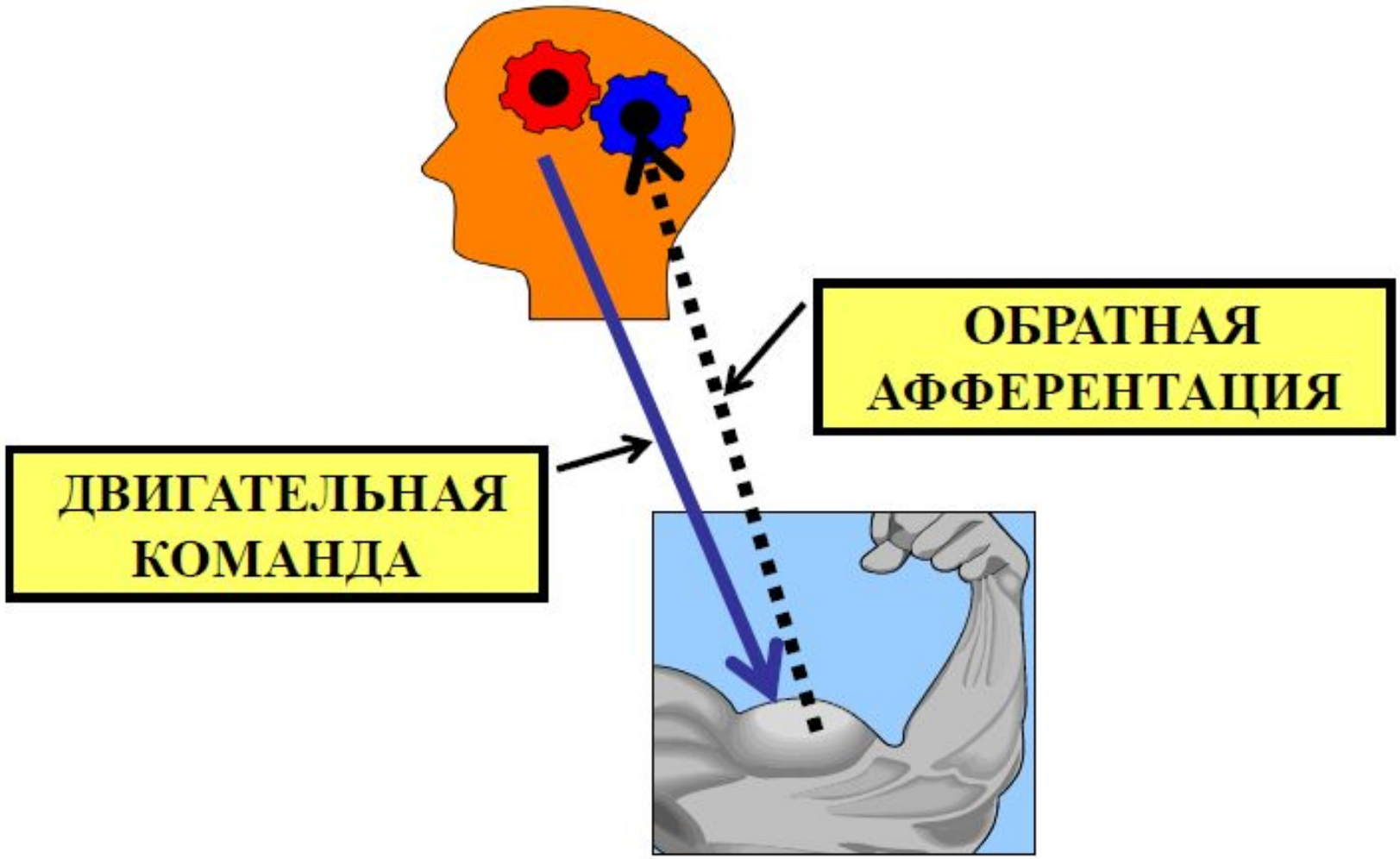




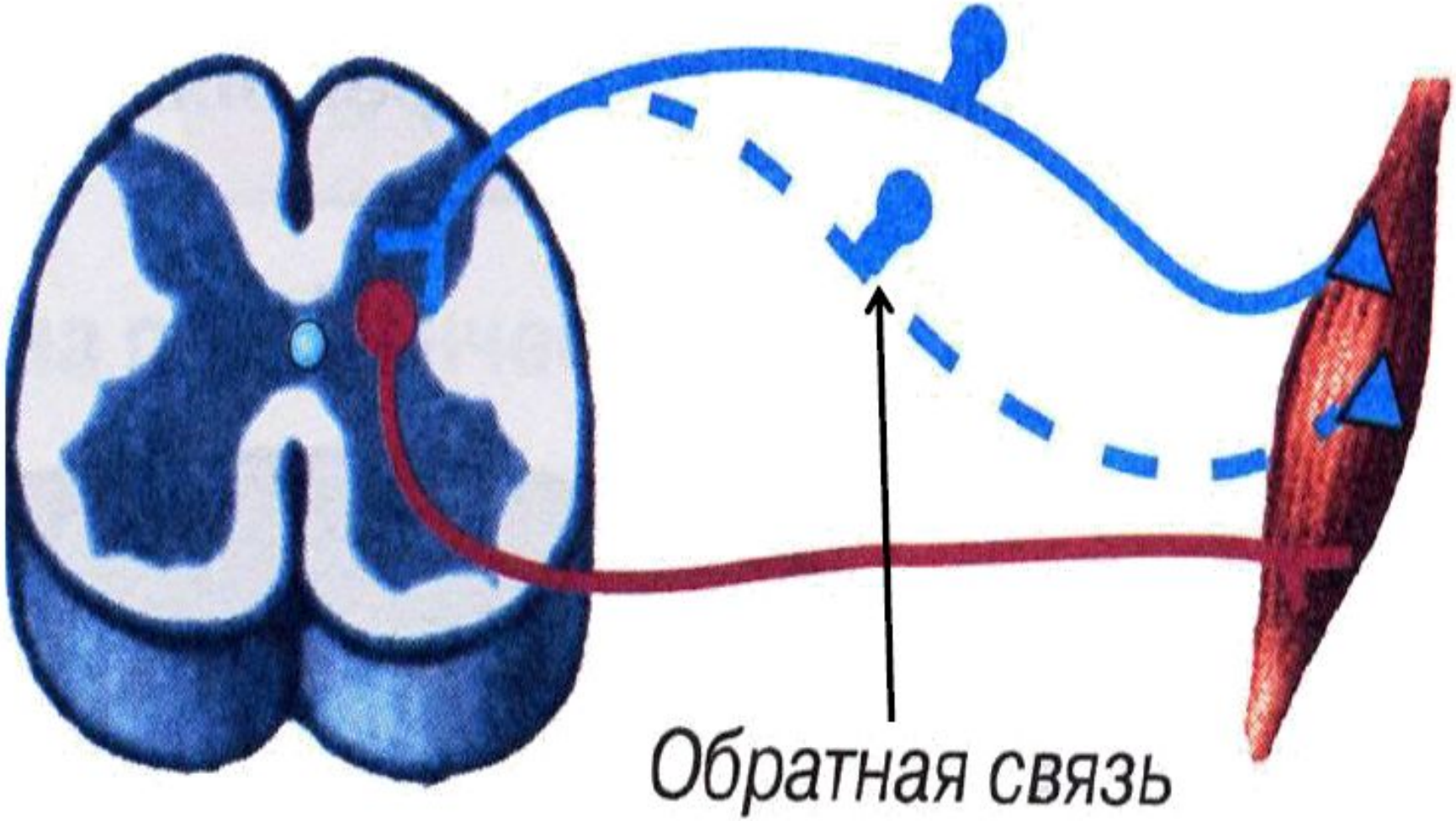
# Принцип общего конечного пути



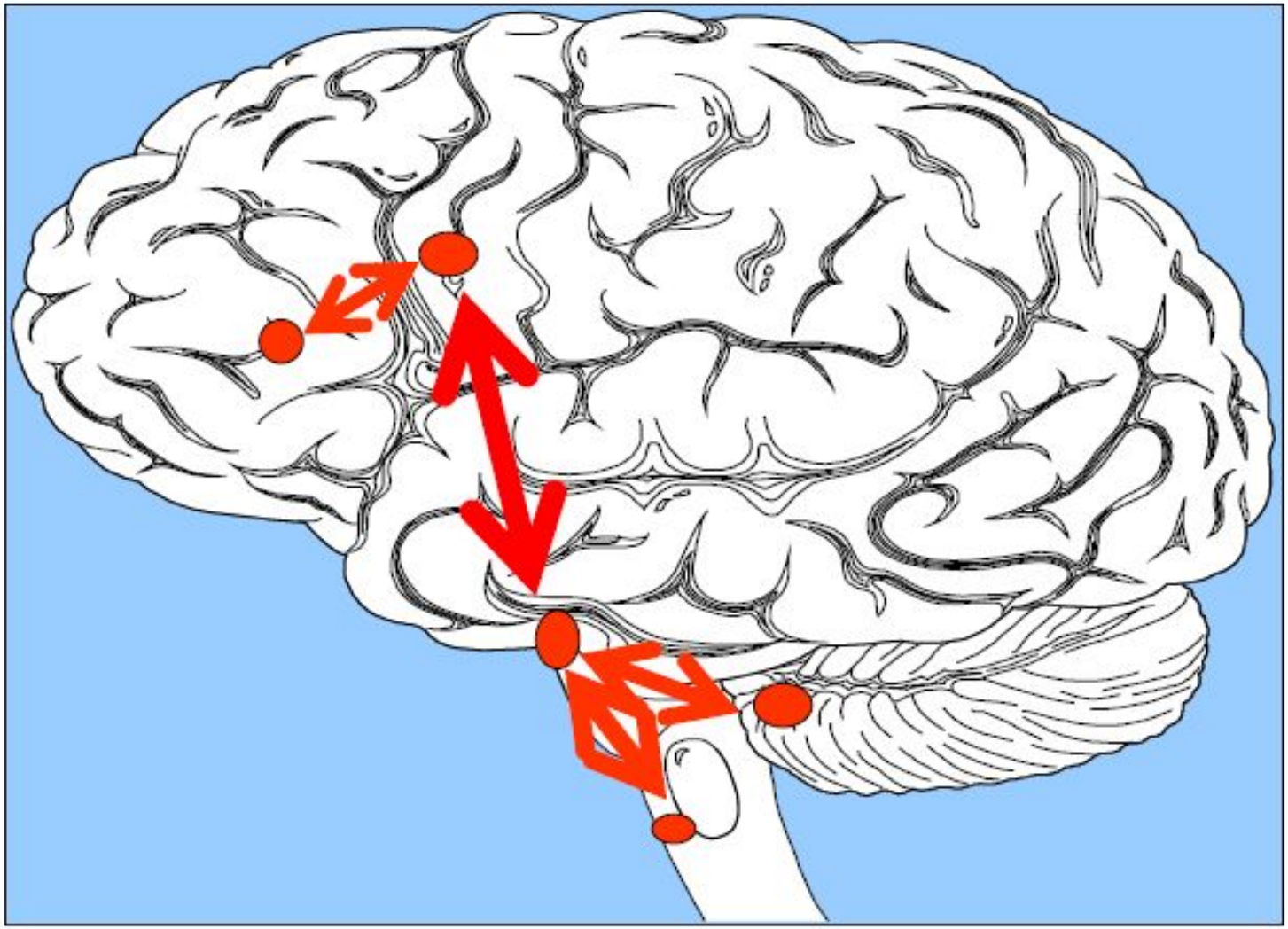
# ПРИНЦИП ОБРАТНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ



# Принцип обратной афферентации



# ПРИНЦИП СУБОРДИНАЦИИ НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОМИНАНТЫ
## ( ПО А.А.Ухтомскому, 1931)

**Доминанта** - временно господствующая рефлекторная система, которой трансформируется и направляется работа прочих рефлекторных дуг, рефлекторного аппарата и поведения в целом

# Принцип доминанты (по А.А.Ухтомскому, 1931)

✓ ***Доминанта – стойкий очаг возбуждения в нервном центре.***

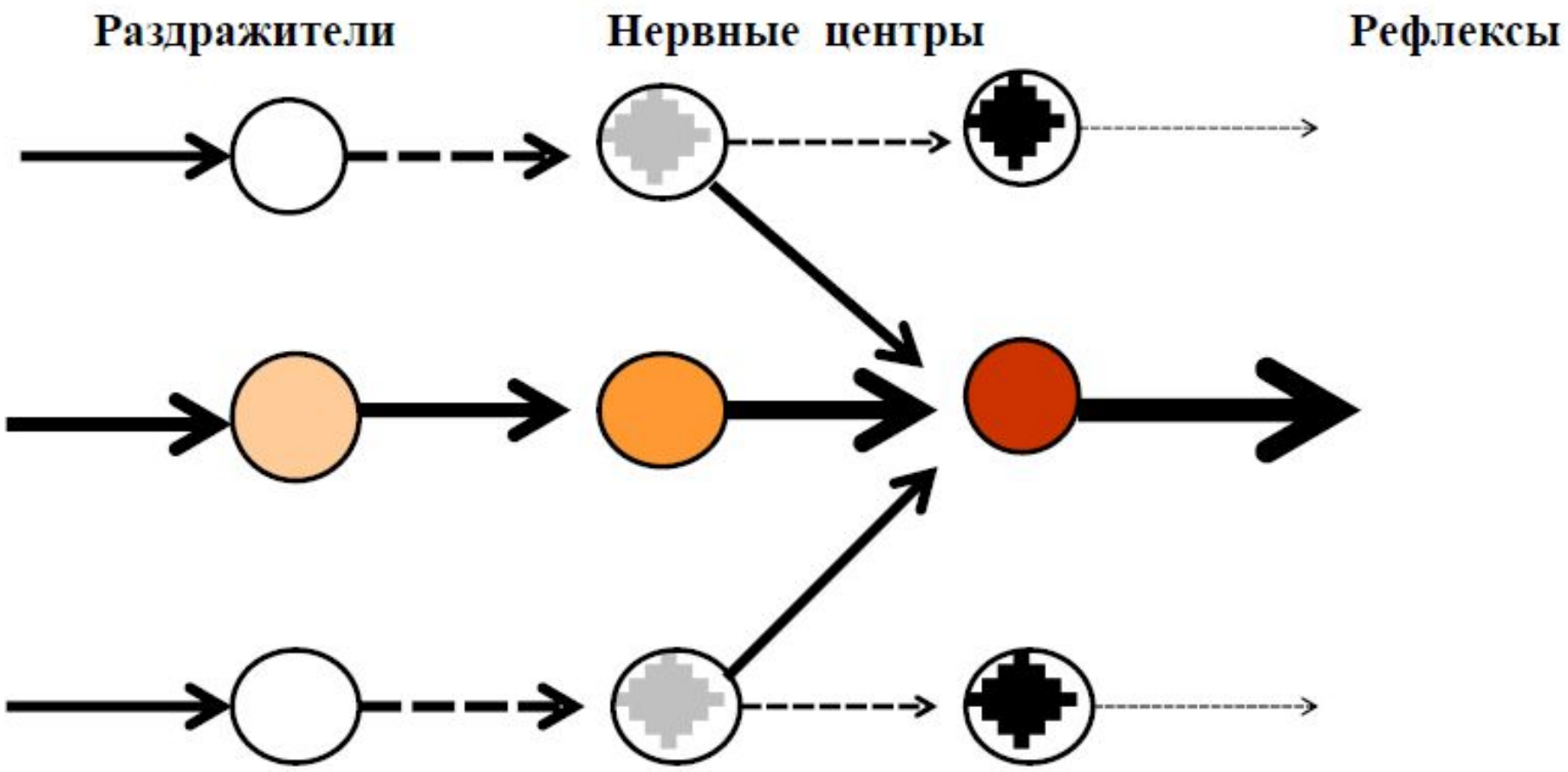
***Свойства доминантного очага:***

- повышенная возбудимость и лабильность
- стойкость процесса возбуждения
- инертность
- способность к суммации
- способность наводить торможение на другие рядом лежащие центры
- способность «притягивать» импульсы, идущие к другим отделам ЦНС

***Исходы доминанты:***

- адекватная реализация
- формирование новой доминанты
- волевое торможение («торможение в лоб»)
- запредельное торможение

# ПРИНЦИП ДОМИНАНТЫ



# Эволюция нервной системы

- Первый этап – диффузная нервная система (наиболее выражена у кишечнополостных).

- Второй этап – узловая нервная система (моллюски, членистоногие).

- Третий этап – трубчатая нервная система (позвоночные).

# Диффузная нервная система

# Строение нервной системы кишечнополостных на примере ги

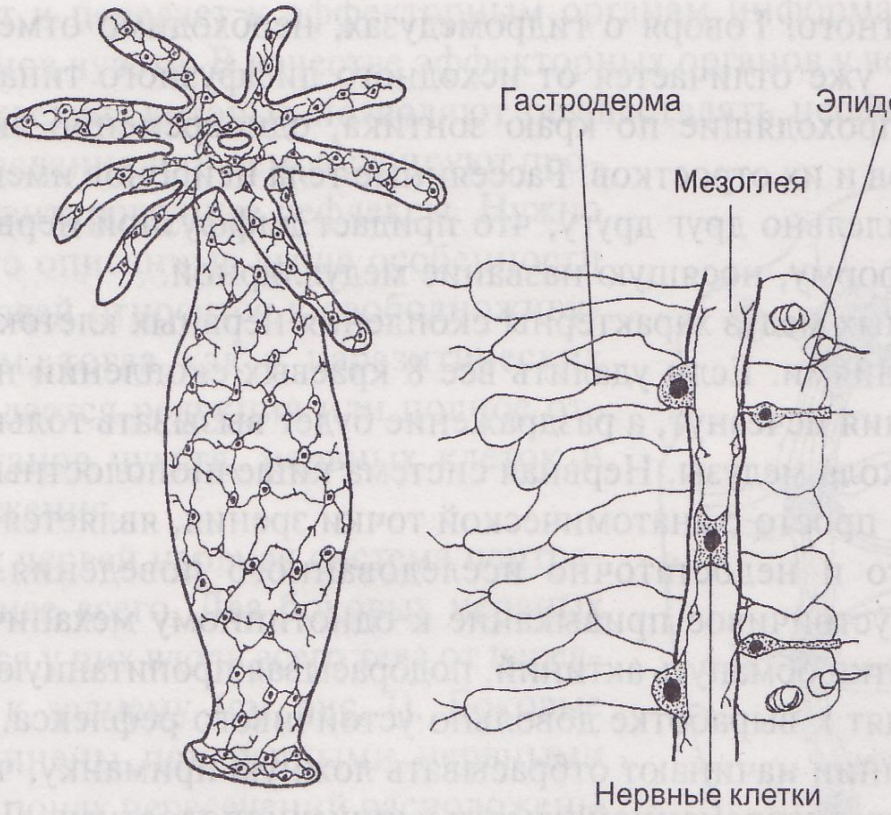



**Рис. 6.** Строение нервной системы кишечнополостных на примере пресноводной гидры. Для гидры характерна диффузная нервная система с плотным расположением нейронов на подошве и у ротового отверстия. Увеличен фрагмент стенки тела гидры с закрашенными нервными клетками, которые расположены в мезоглее и на границе гастродермы и эпидермиса.

# Узловая нервная система

# Строение нервной системы плоского червя.

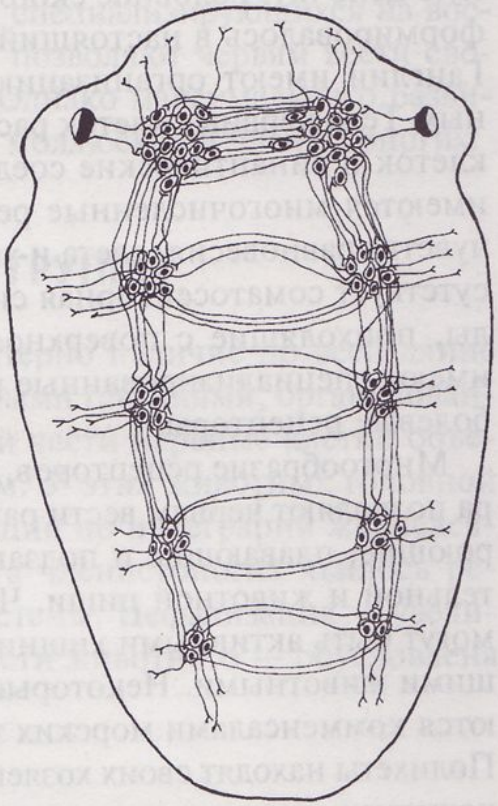
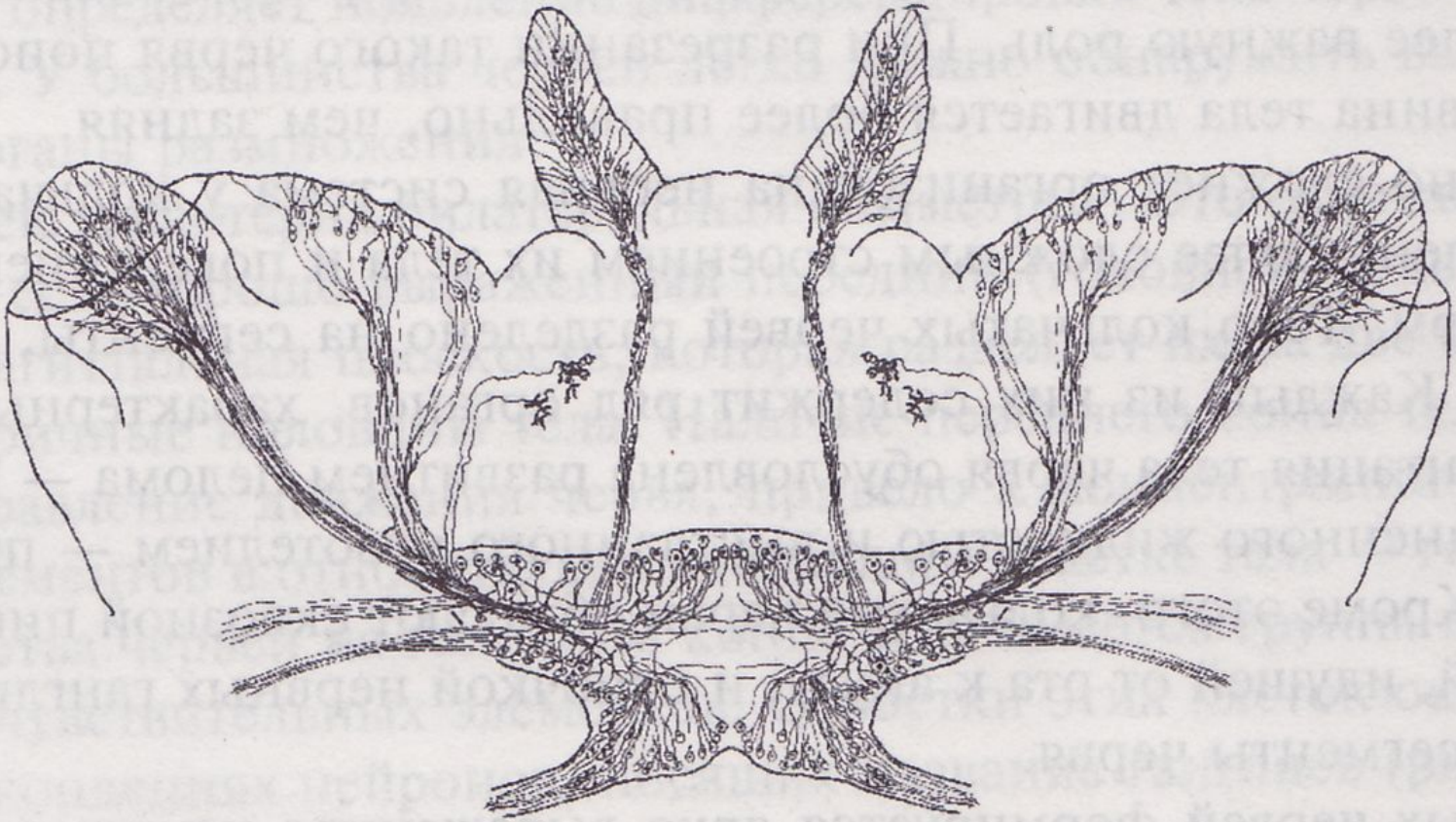


**Рис. 7.** Строение нервной системы плоского червя. У плоского червя лестничная нервная система. В узлах лестницы находятся ганглии, которые соединены между собой поперечными комиссурами.

# Головные ганглии и нервы немертины.



Головные ганглии и нервы морского кольчатого червя — немертины.

# Строение нервной системы брюхоногого моллюска.

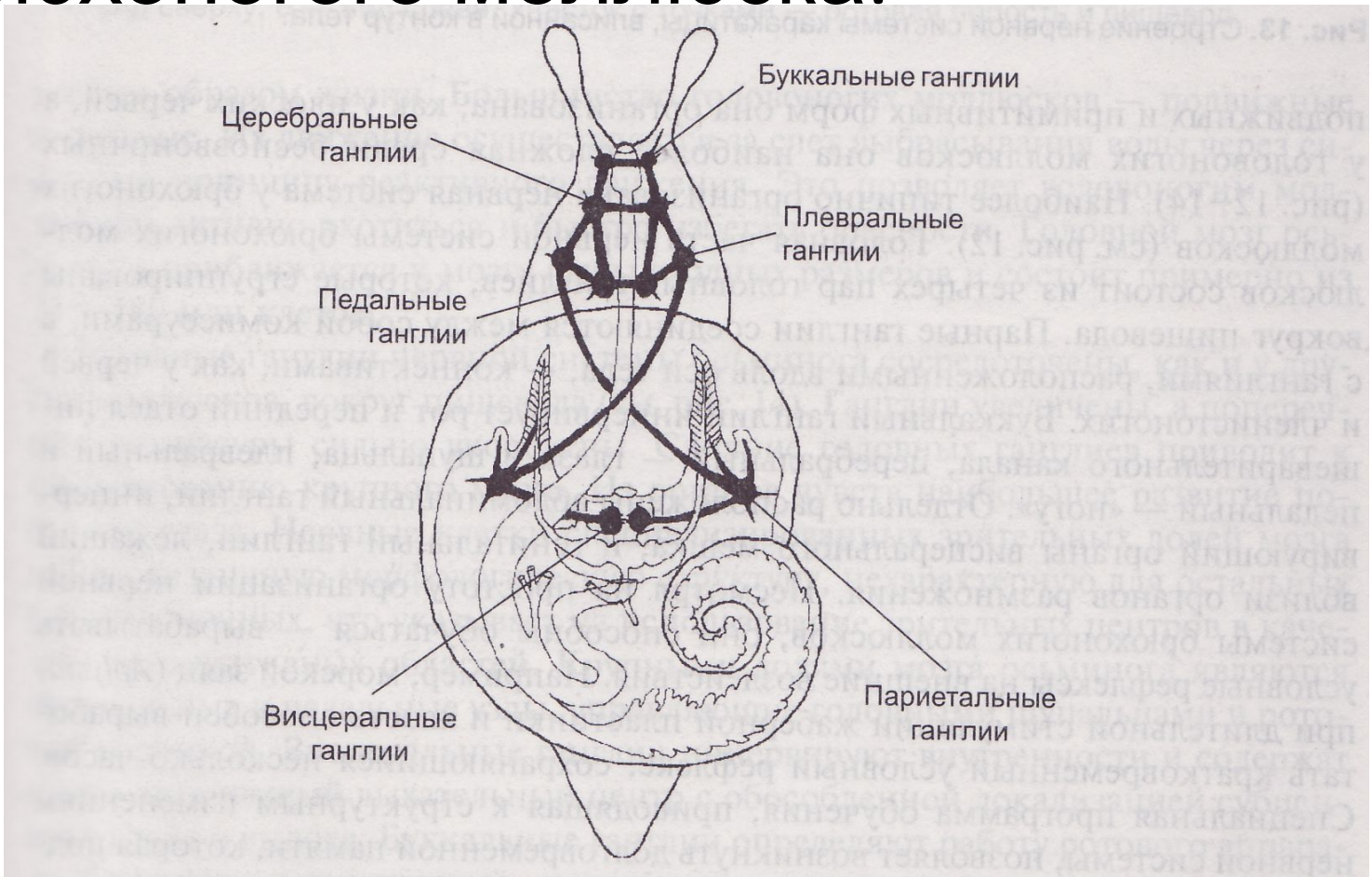



**Рис. 12.** Строение нервной системы брюхоногого моллюска, вписанной в контур тела. Перекрещенность нервных тяжей возникает при развороте тела в период формирования раковины. Вид сверху.

# Строение нервной системы каракатицы.

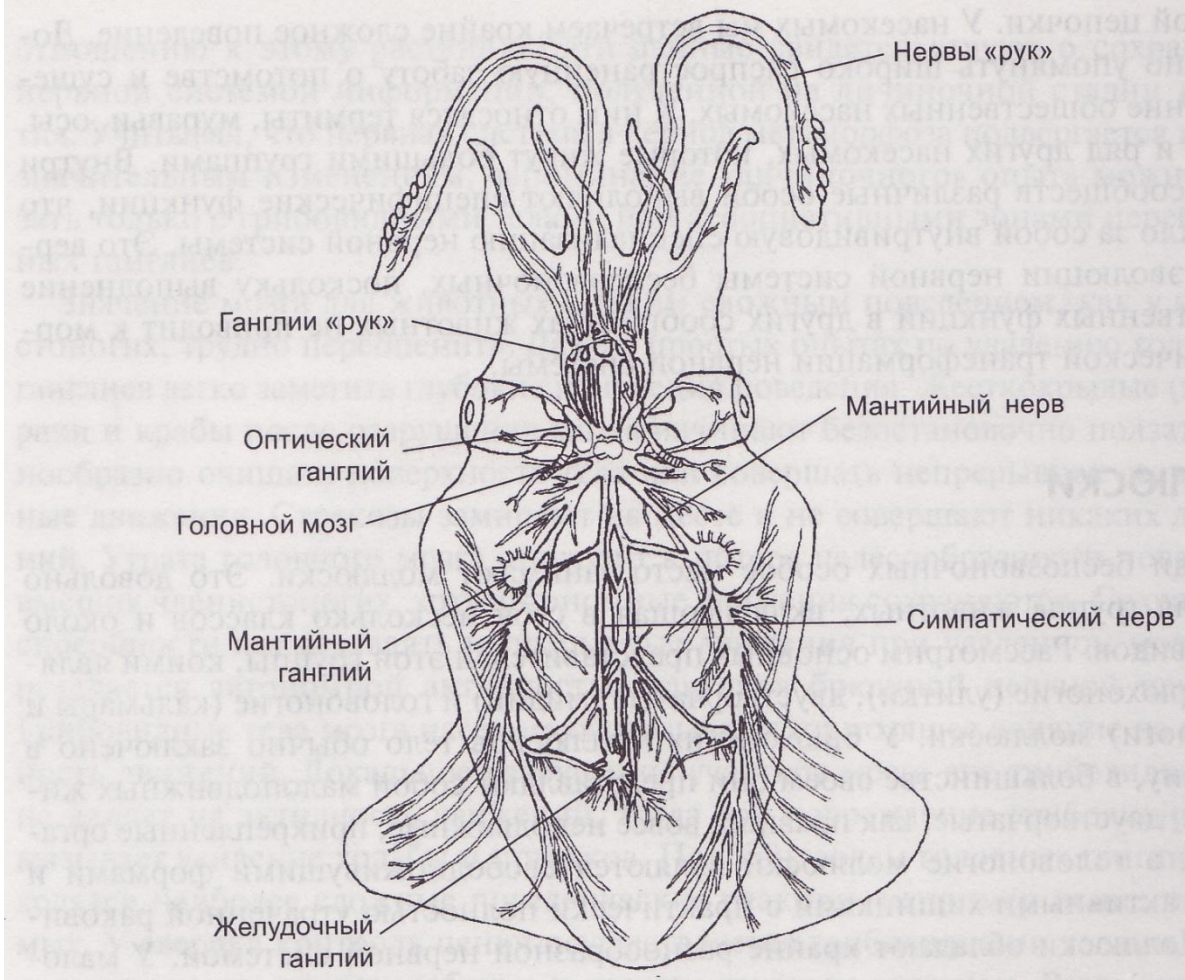



**Рис. 13.** Строение нервной системы каракатицы, вписанной в контур тела.

# Головные ганглии осьминога.

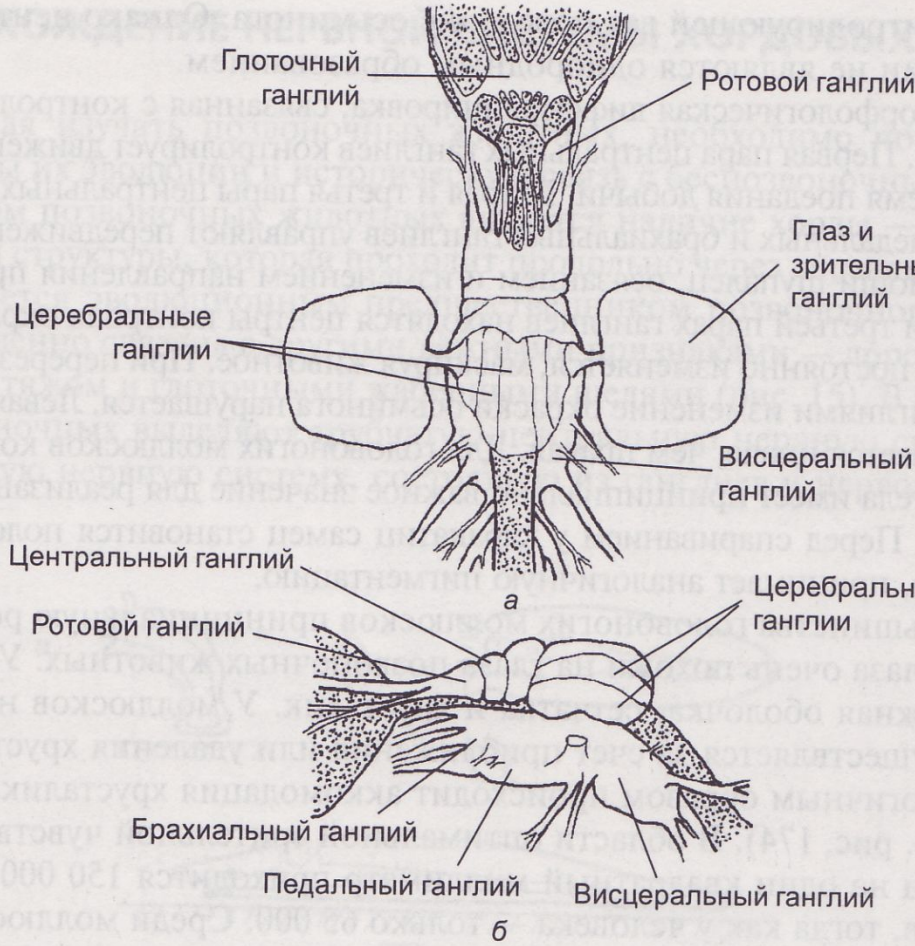



**Рис. 14.** Головные ганглии осьминога.

*а* — вид сверху; *б* — вид слева. Участок с точками — ротовая полость и пищевод.

# Общие свойства нервной системы червей и моллюсков

- Скопления нейронов в головном конце тела способствует выделению этого конца в ведущую часть тела.
- Образовавшиеся ганглии претерпевают изменения, в результате чего образуется нейропиль, а у высокоорганизованных тела нейронов погружаются внутрь ганглия.
- Нейроны формируются окончательно, возникает рецептивная зона и зона выхода нейрона (аксон).
- Существенную роль приобретает синаптическая форма связи между нейронами.
- У высших моллюсков (головоногих) формируется головной мозг с отделами, функционально схожими с отделами головного мозга позвоночных.

# Строение нервной системы членистоногих.

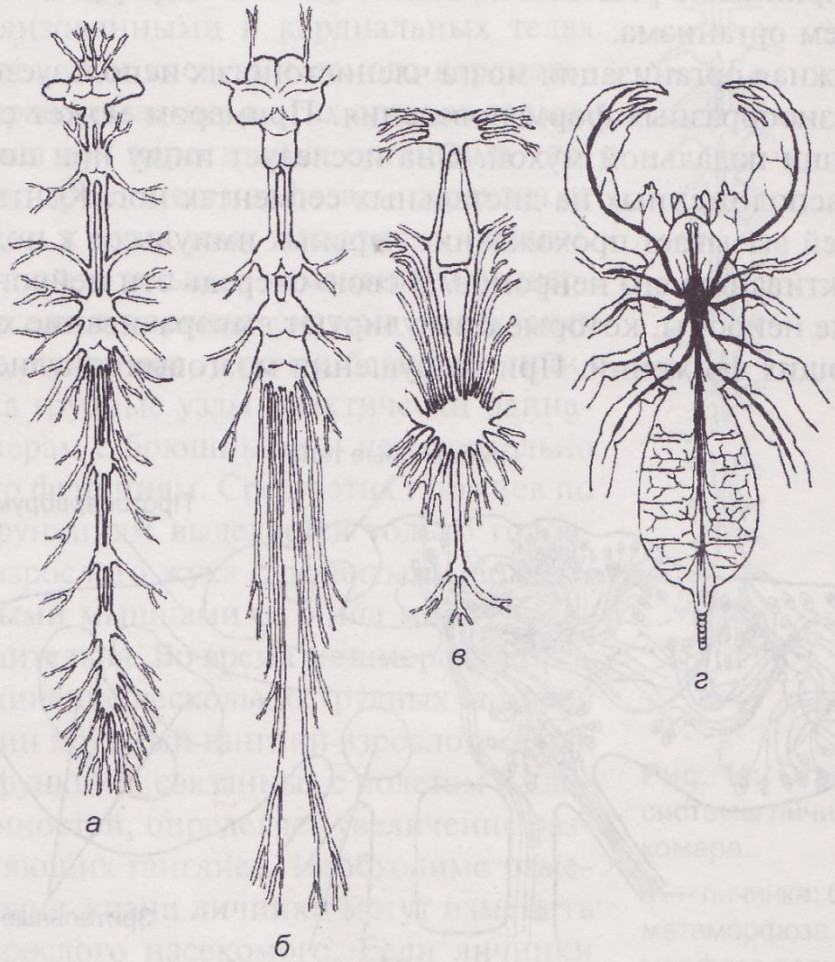



**Рис. 9.** Строение нервной системы членистоногих различных систематических групп.

*а* — муравей; *б* — майский жук; *в* — краб; *г* — телифон хвостатый (*Thelyphonus caudatus;* паукообразные). Нервная система телифона вписана в контуры тела.

# Надглоточный нервный узел с грибовидными телами.

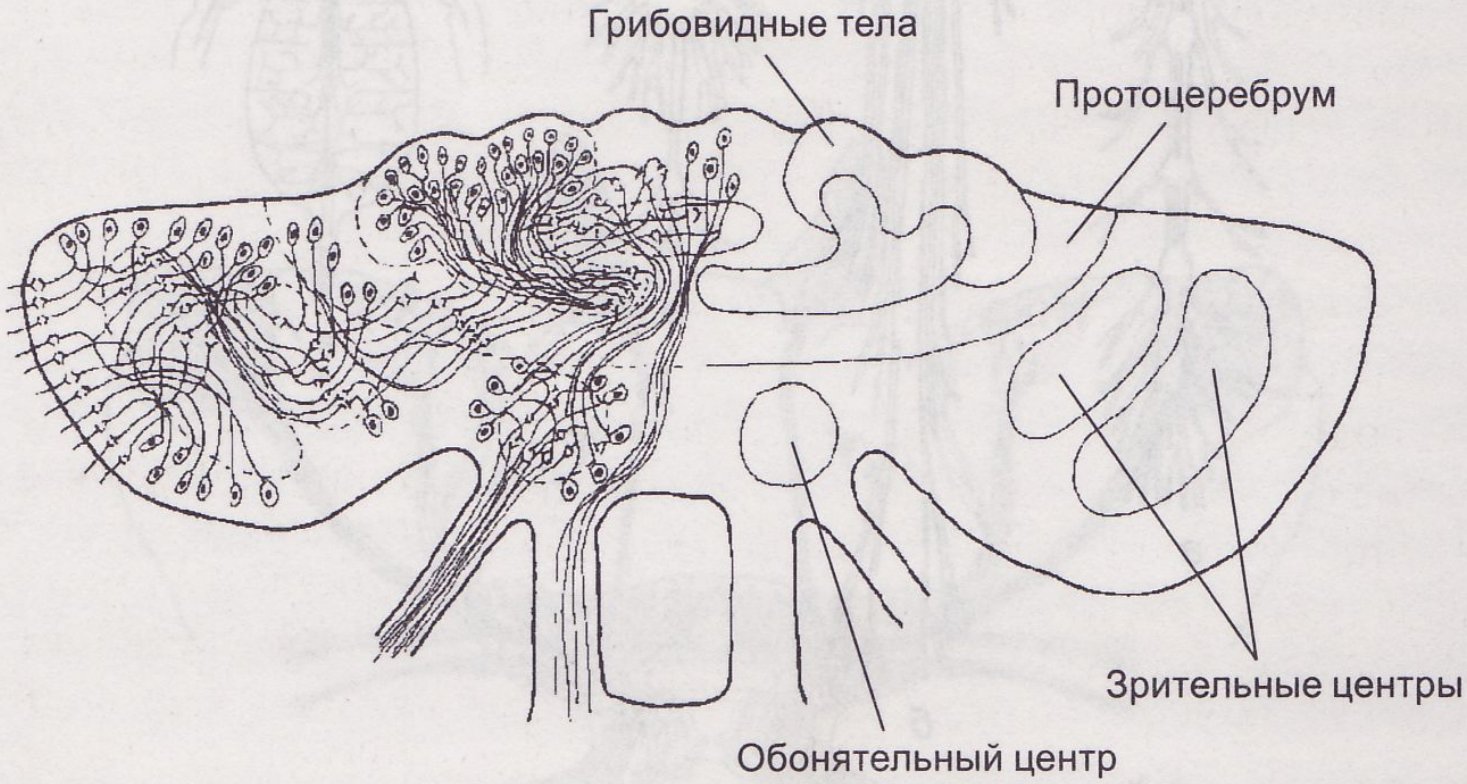



**Рис. 10.** Надглоточный нервный узел перепончатокрылого с грибовидными телами. Показаны расположение тел нервных клеток и основные связи между центрами головного ганглия.

# Особенности нервной системы членистоногих.

- Возникает отдел нервной системы, играющий роль вегетативного.
- Развиваются специфические образования головного мозга – грибовидные тела, играющие существенную роль в осуществлении временных связей.
- Развивается аппарат брюшной цепочки, осуществляющей регуляцию локомоции.
- Большая экономичность нервной системы за счет количества нейронов.

# Трубчатая нервная система

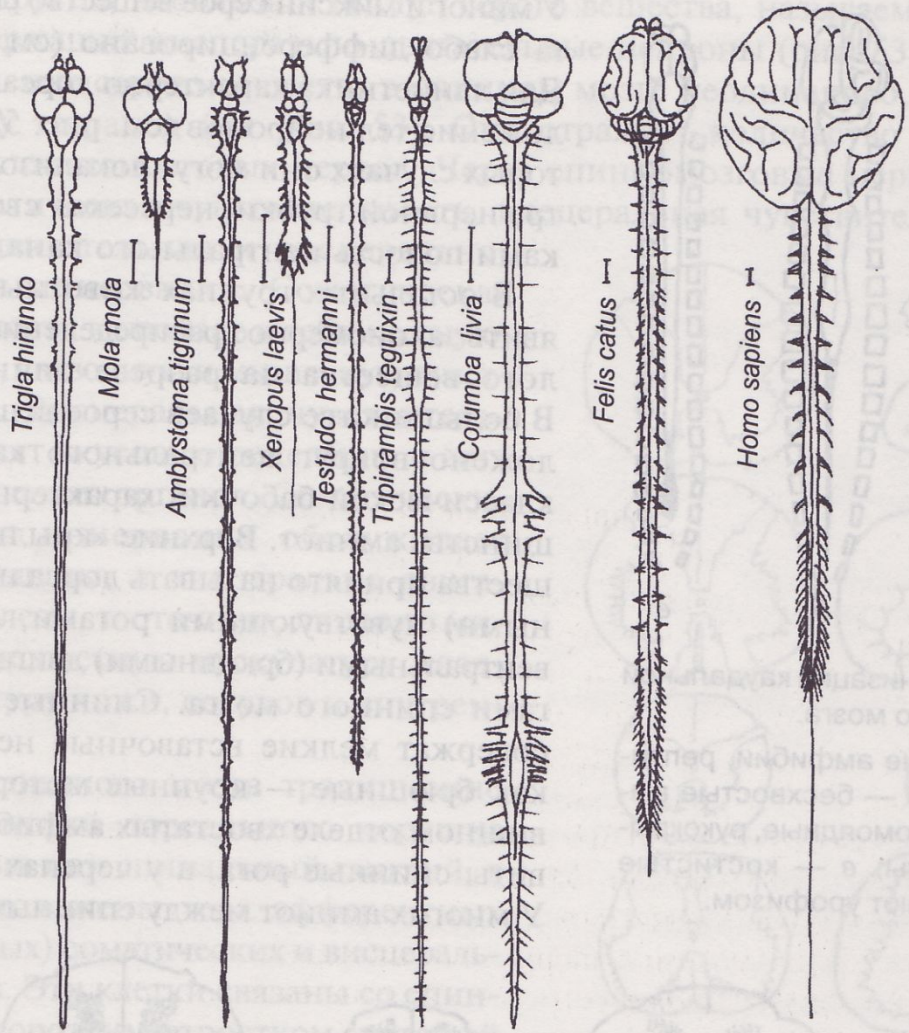



**Рис. 50.** Организация спинного мозга различных позвоночных. Вид с дорсальной поверхности. Масштаб = 1 см (по R. Nieuwenhues et al., 1997).

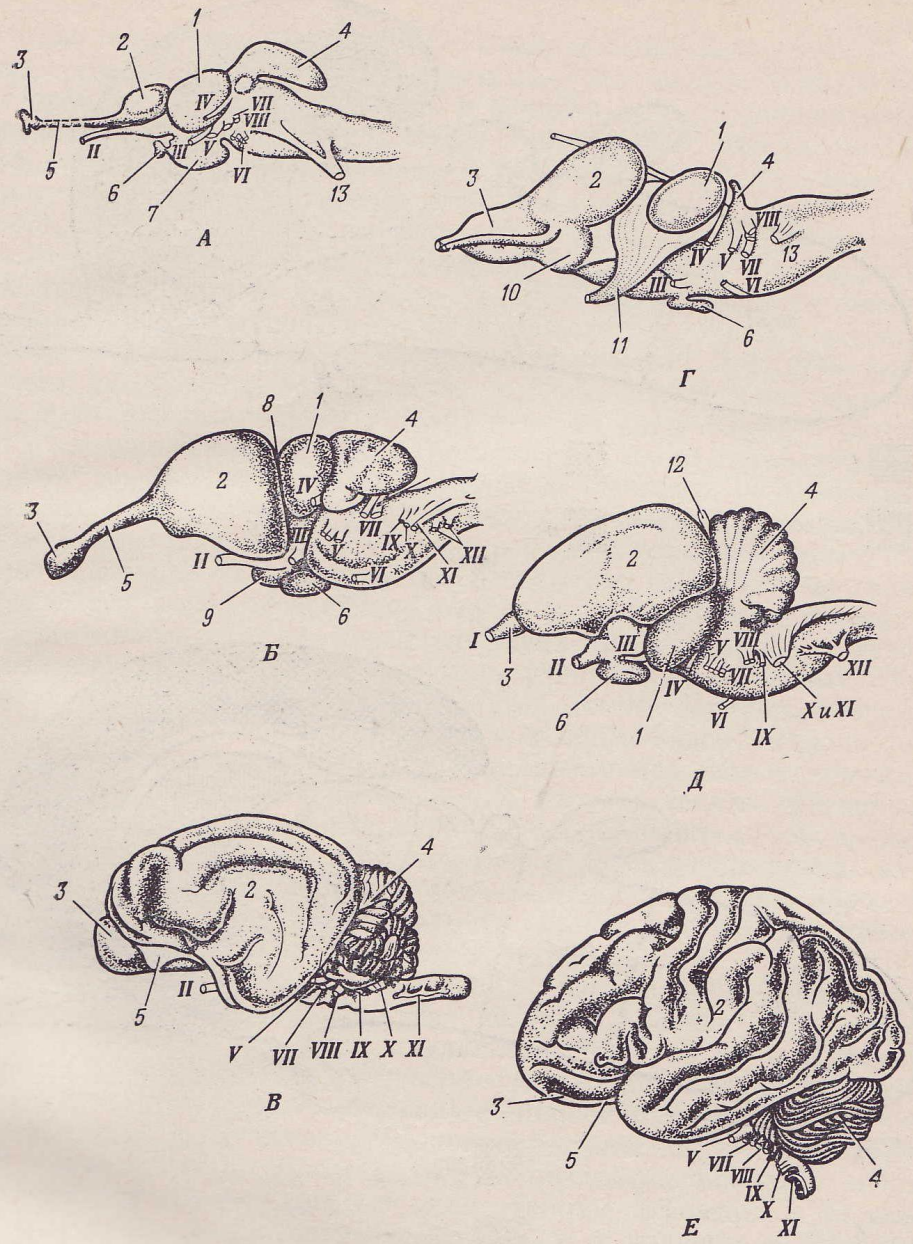
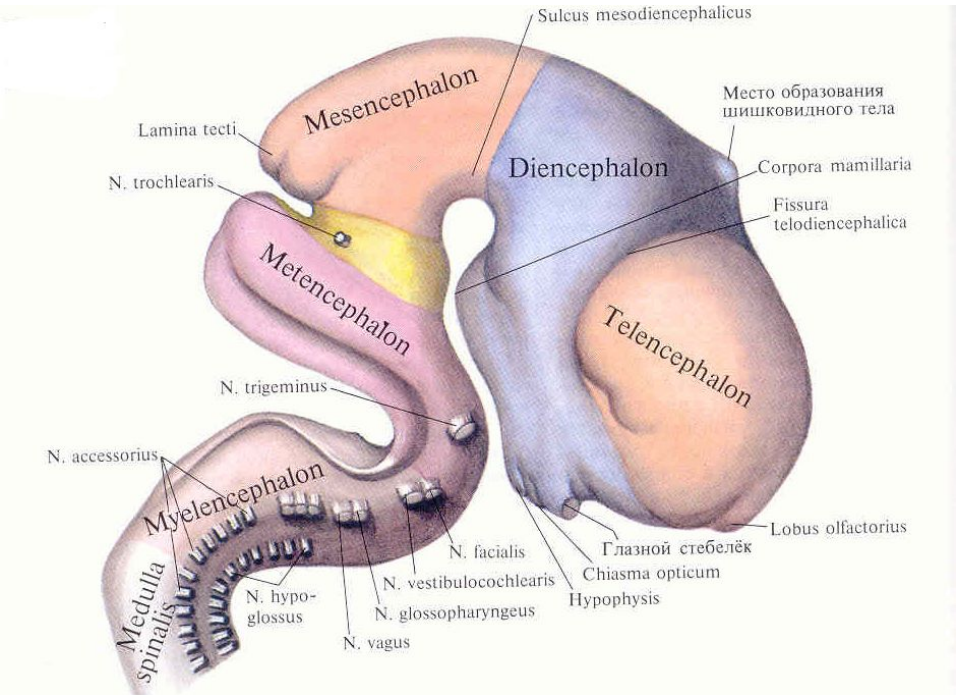
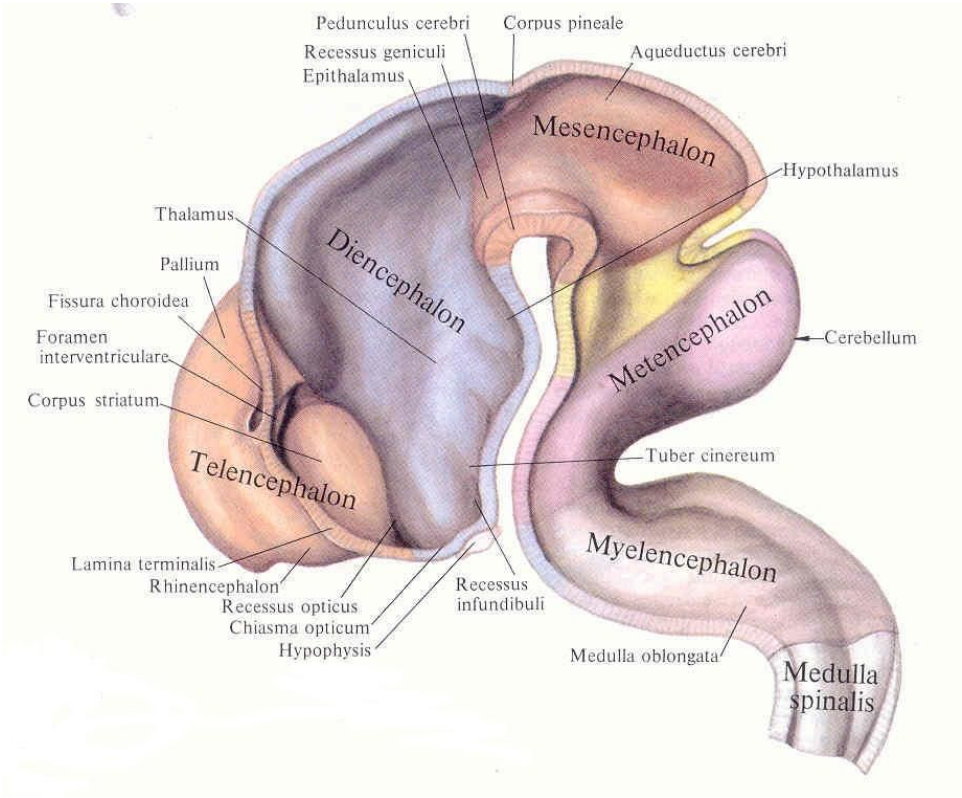



Рис. 15-22. Сравнительная величина областей головного мозга у некоторых позвоночных [625].

*А*. Треска. *Б*. Аллигатор. *В*. Кошка. *Г*. Лягушка. *Д*. Гусь. *Е*. Человек. *1* — зрительная доля, *2* — большой мозг, *3* — обонятельная луковица, *4* — мозжечок, *5* — обонятельный тракт, *6* — гипофиз, *7* — нижняя доля, *8* — промежуточный мозг, *9* — воронка, *10* — обонятельная доля, *11* — зрительный тракт, *12* — эпифиз, *13* — IX и X пары.


Sulcus mesodiencephalicus
Mesencephalon
Diencephalon
Место образования шишковидного тела
Lamina tecti
N. trochlearis
Corpora mamillaria
Fissura telodiencephalica
Metencephalon
Telencephalon
N. trigeminus
N. accessorius
Myelencephalon
Lobus olfactorius
Глазной стебелёк
N. facialis
Chiasma opticum
N. vestibulocochlearis
Hypophysis
N. hypo-glossus
N. glossopharyngeus
N. vagus
Medulla spinalis


Pedunculus cerebri
Corpus pineale
Recessus geniculi
Aqueductus cerebri
Epithalamus
Mesencephalon
Hypothalamus
Thalamus
Diencephalon
Pallium
Fissura choroidea
Metencephalon
Cerebellum
Foramen interventriculare
Corpus striatum
Tuber cinereum
Telencephalon
Myelencephalon
Lamina terminalis
Rhinencephalon
Recessus opticus
Chiasma opticum
Hypophysis
Recessus infundibuli
Medulla oblongata
Medulla spinalis