

Физиология высшей нервной деятельности: предмет, задачи

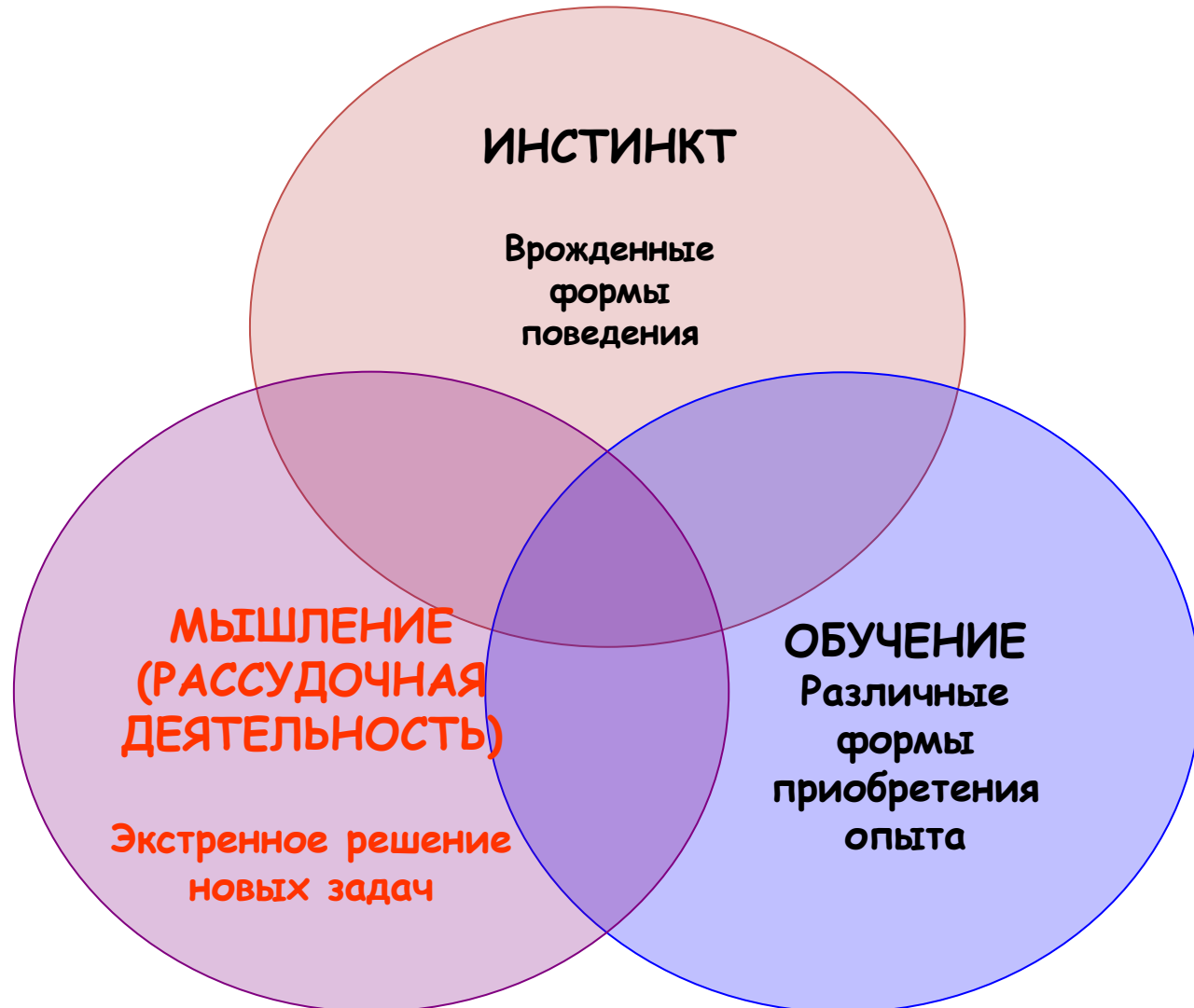
- **Поведение** - присущее живым существам **взаимодействие со средой**, опосредованное их внешней (**двигательной**) и внутренней (**психической**) активностью;
целеориентированная активность живого организма, служащая для осуществления контакта с внешним миром.
- Термин применим как **к отдельным особям**, 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.

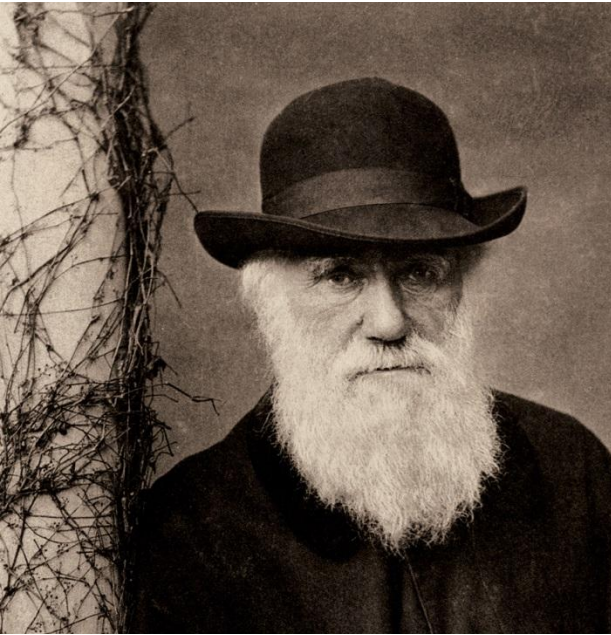
В основе поведения лежат:

- **Инстинкты** – генетически детерминированные, характерные для всего вида, стереотипные по исполнению поведенческие акты, которые приспособабливают животное **к типичным для вида условиям среды**.
- **Обучение** – обеспечивает способность постепенно приспособабливаться **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

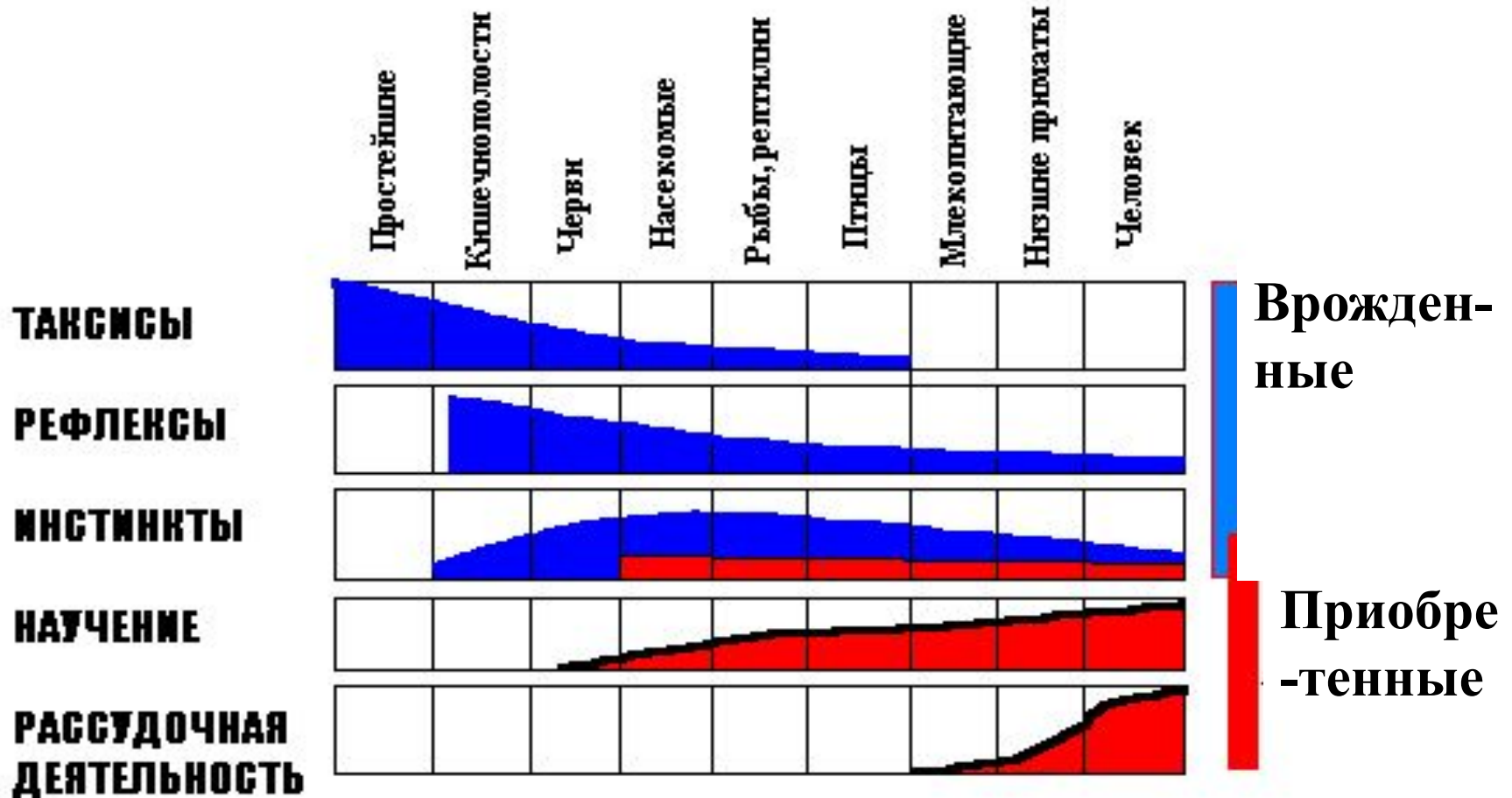


Ч. ДАРВИН
(1809-1882)

- 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 обуславливающие **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 обуславливать 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

высокий уровень активности нервных клеток коры больших



Rat

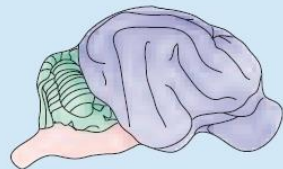
3 cm



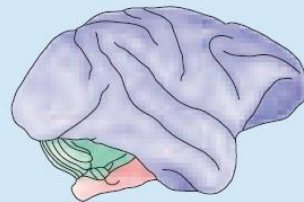
Weasel



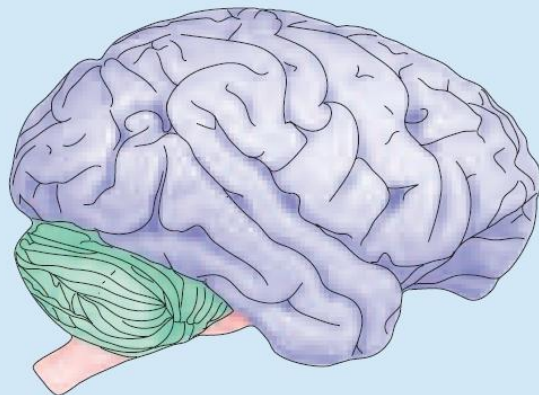
Squirrel monkey



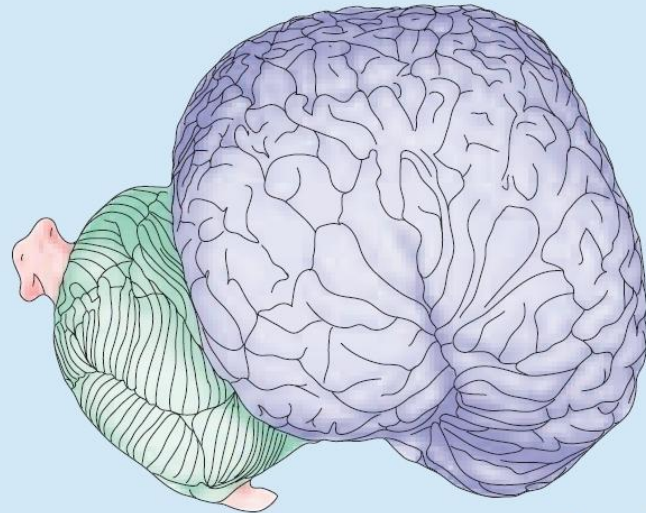
Cat



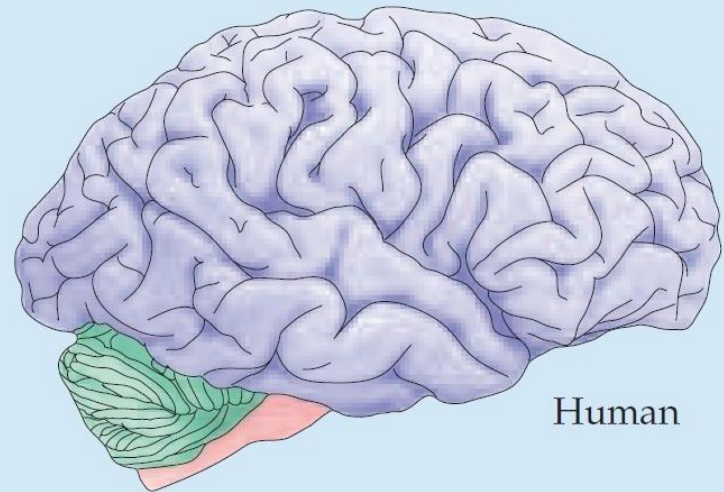
Macaque monkey



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 — промежуточная 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, сложившаяся 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, опирающихся 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.

Нейротехнологическая революция
– управление механизмами работы психики

Биотехнологическая революция,
управление живой материей на уровне генов

Информационная революция
– механизация информационного труда (софт)

программное обеспечение

искусственный интеллект

Промышленная революция
– механизация ручного труда

эпоха пара

сложные механизмы

роботы

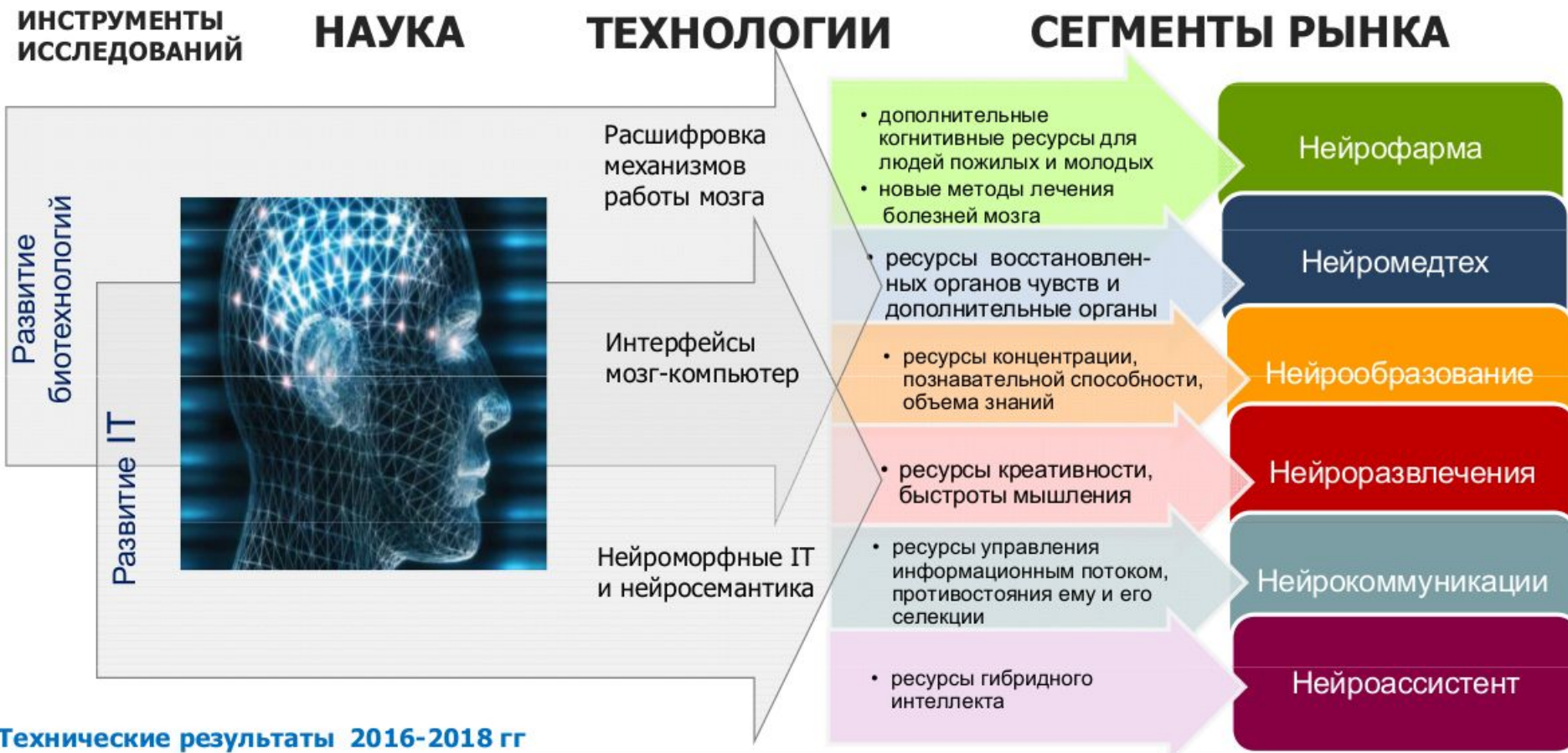
1850

1950

2050

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

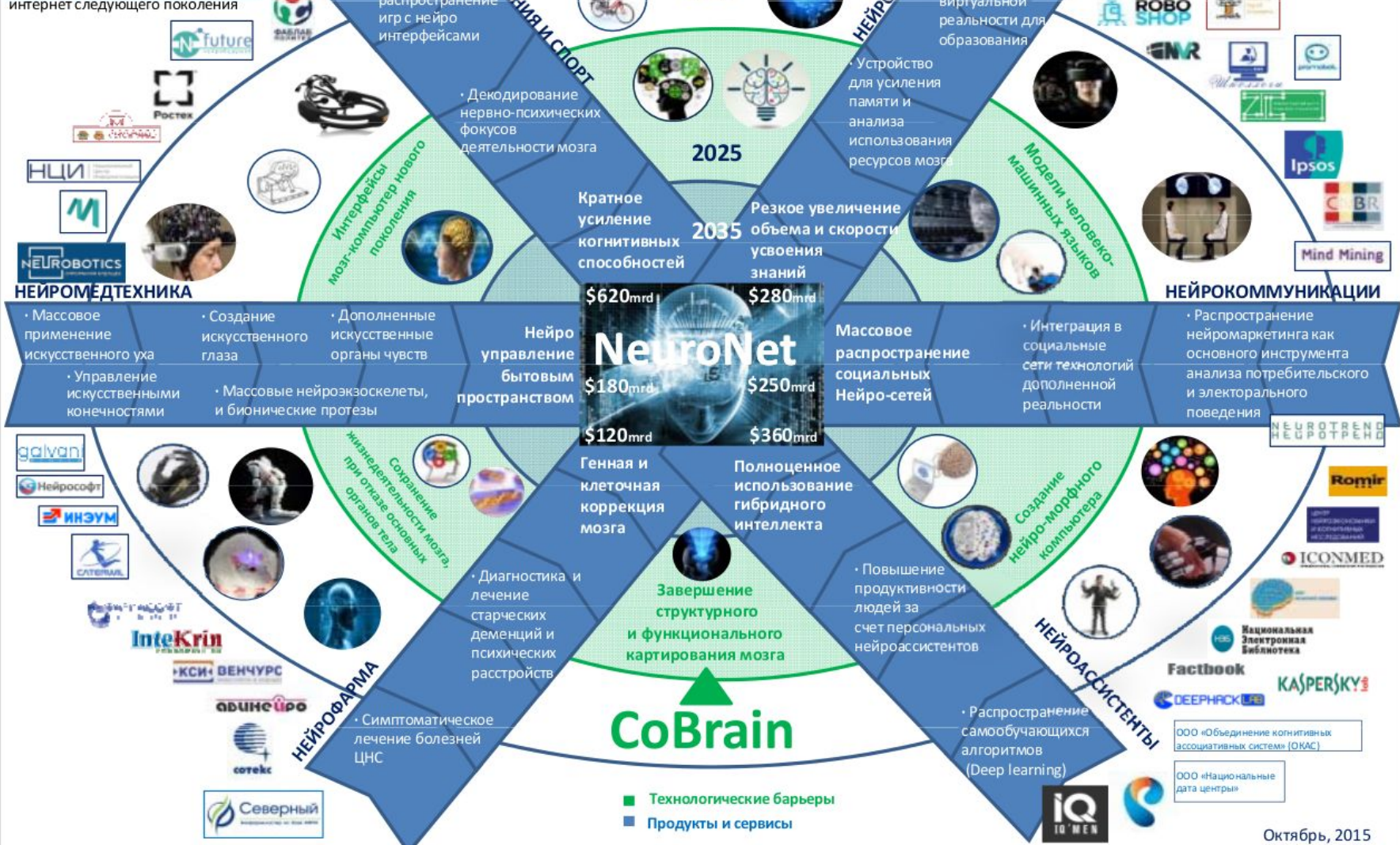


Технические результаты 2016-2018 гг

- 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.

Стратегия развития рынка НейроНэт интернет следующего поколения

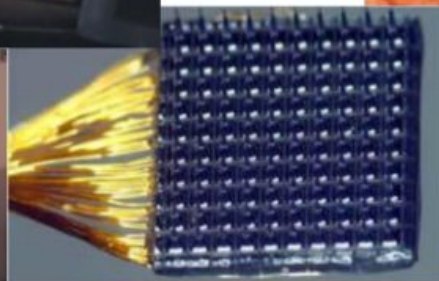
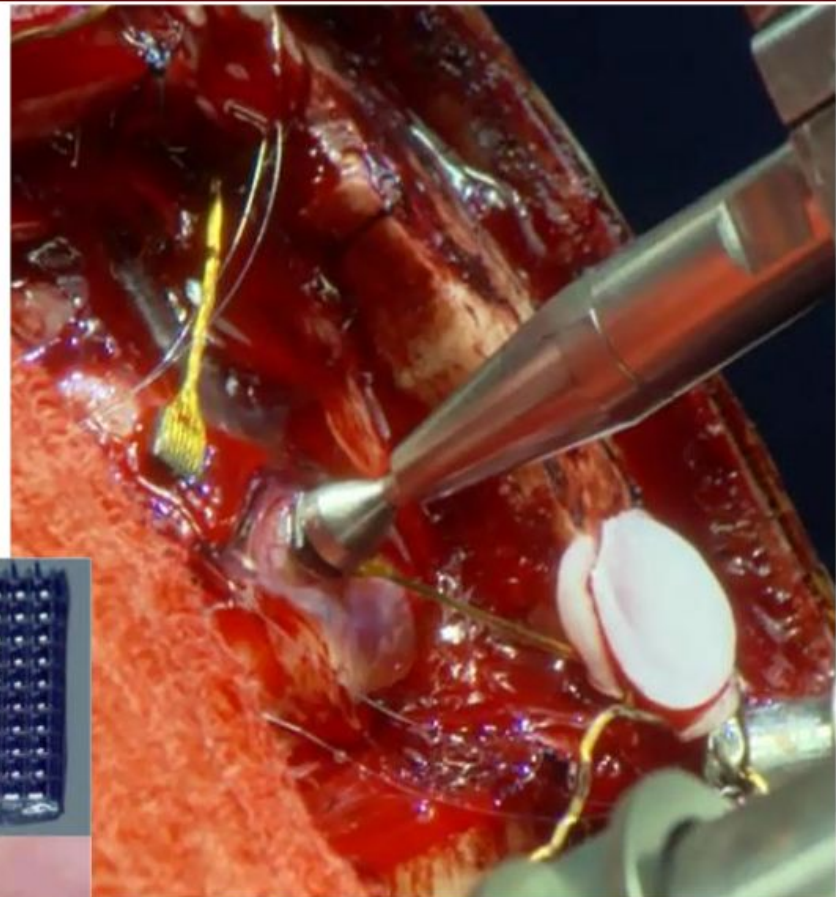


High-performance neuroprosthetic control by an individual with tetraplegia

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

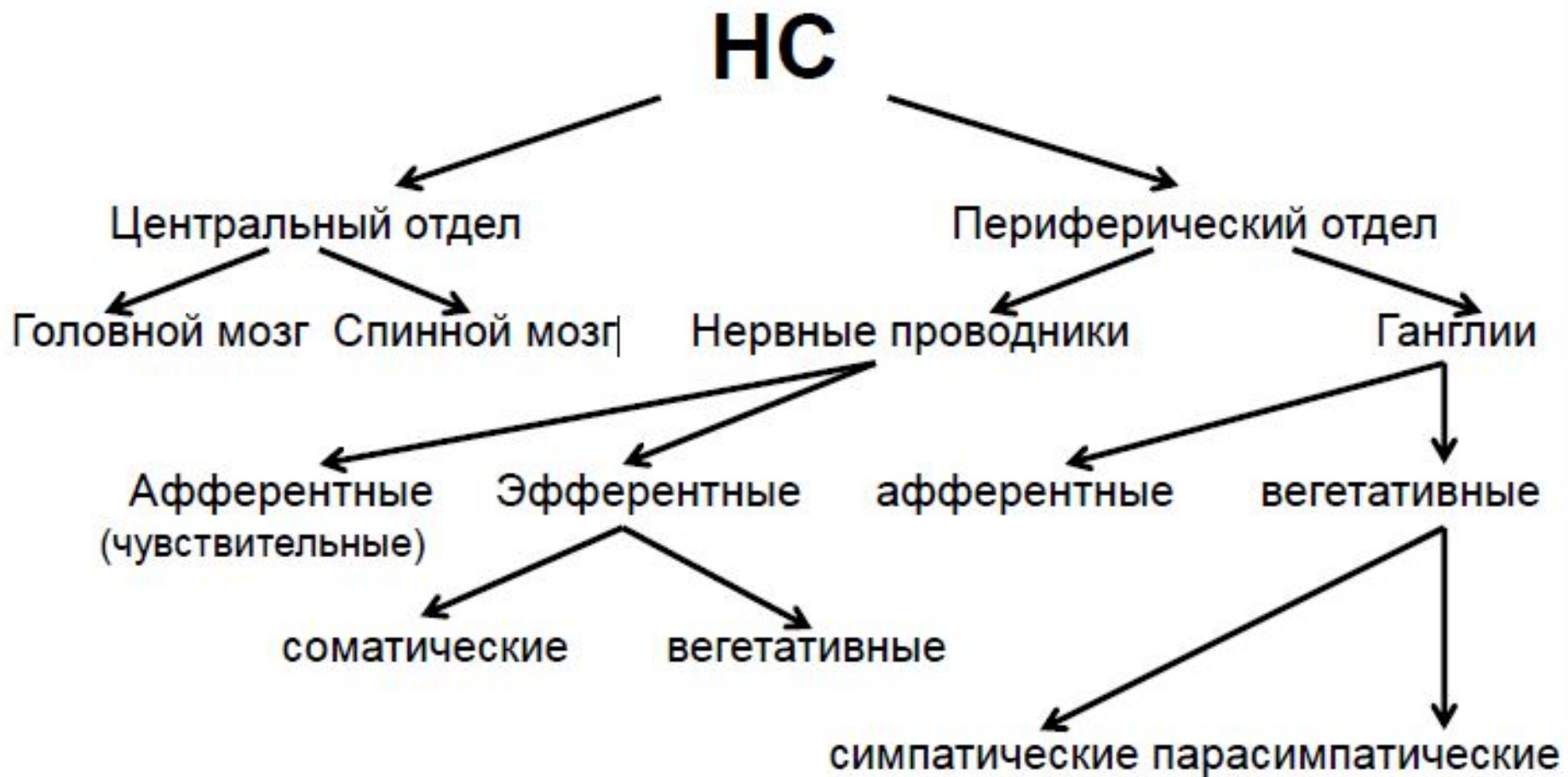
Reach and grasp by people with tetraplegia using a neurally controlled robotic arm

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



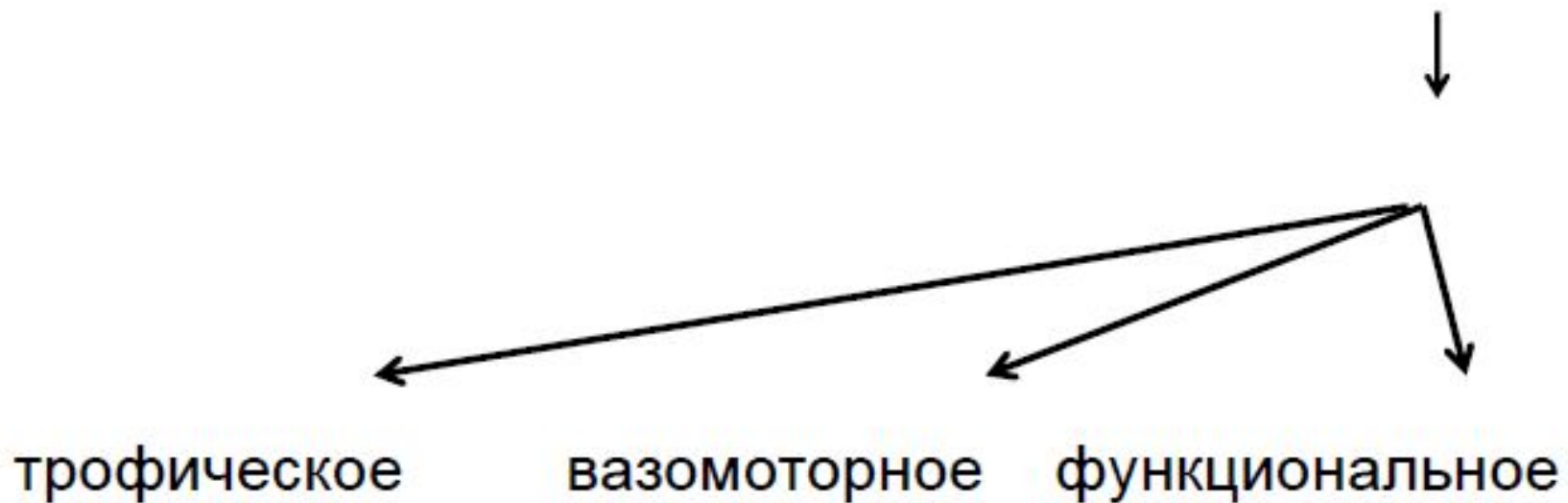
60
MINUTES

Строение нервной системы (НС)

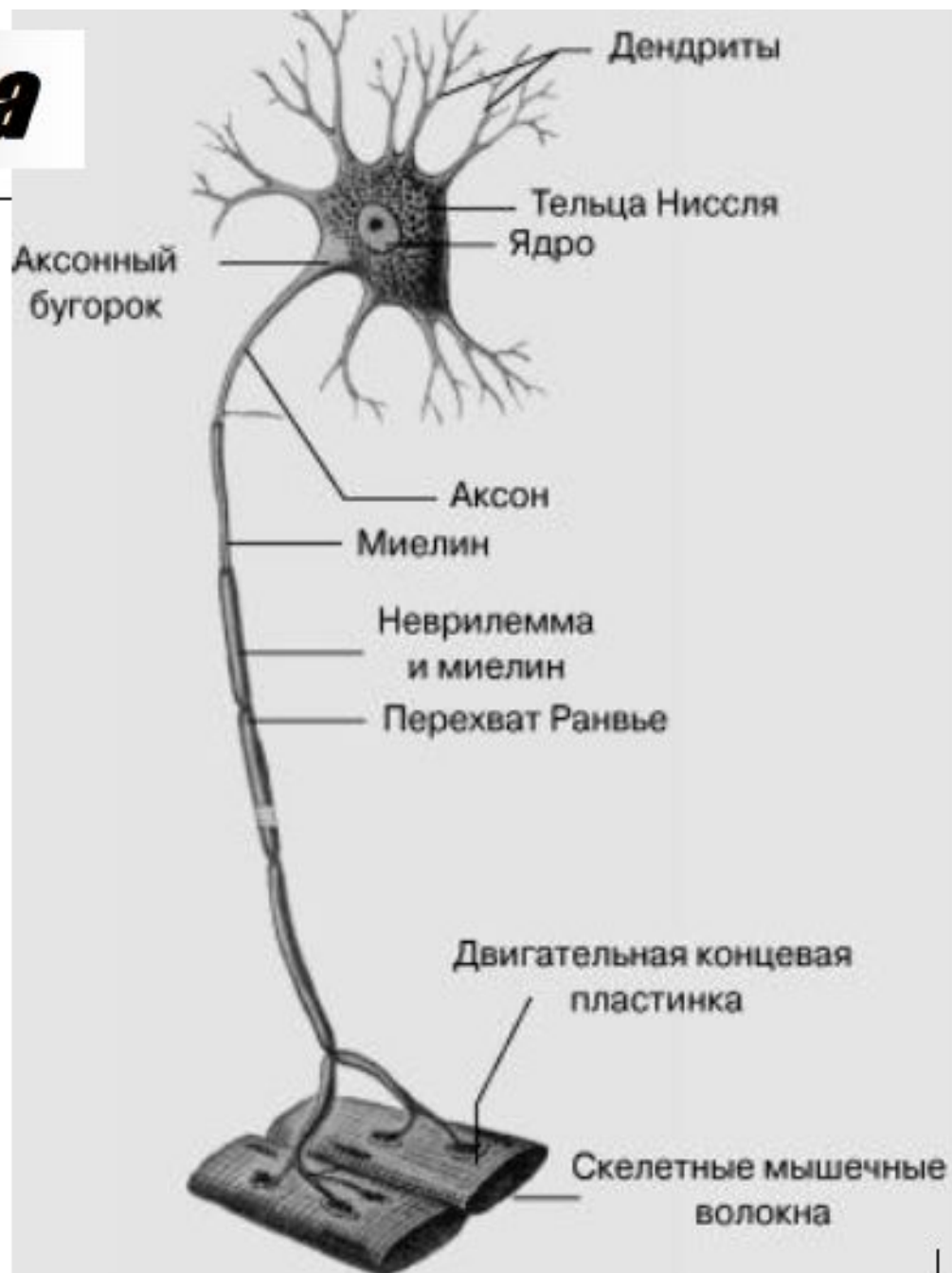


Функции ЦНС

Афферентная Анализ и синтез Эфферентные влияния

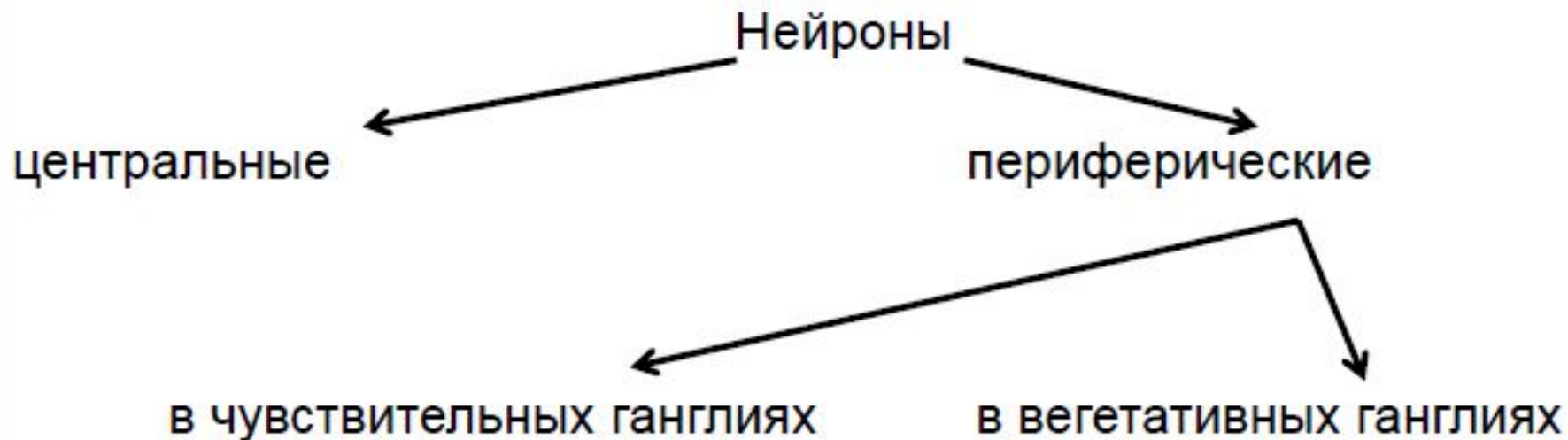


Строение нейрона

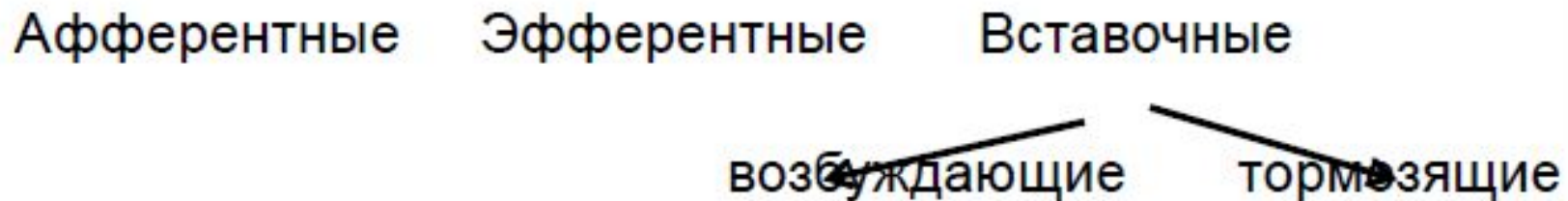


Классификация нейронов

По локализации:



По функциям:



Функции нейрона

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

Типы нейронных цепей

I - последовательная

II - дивергирующая

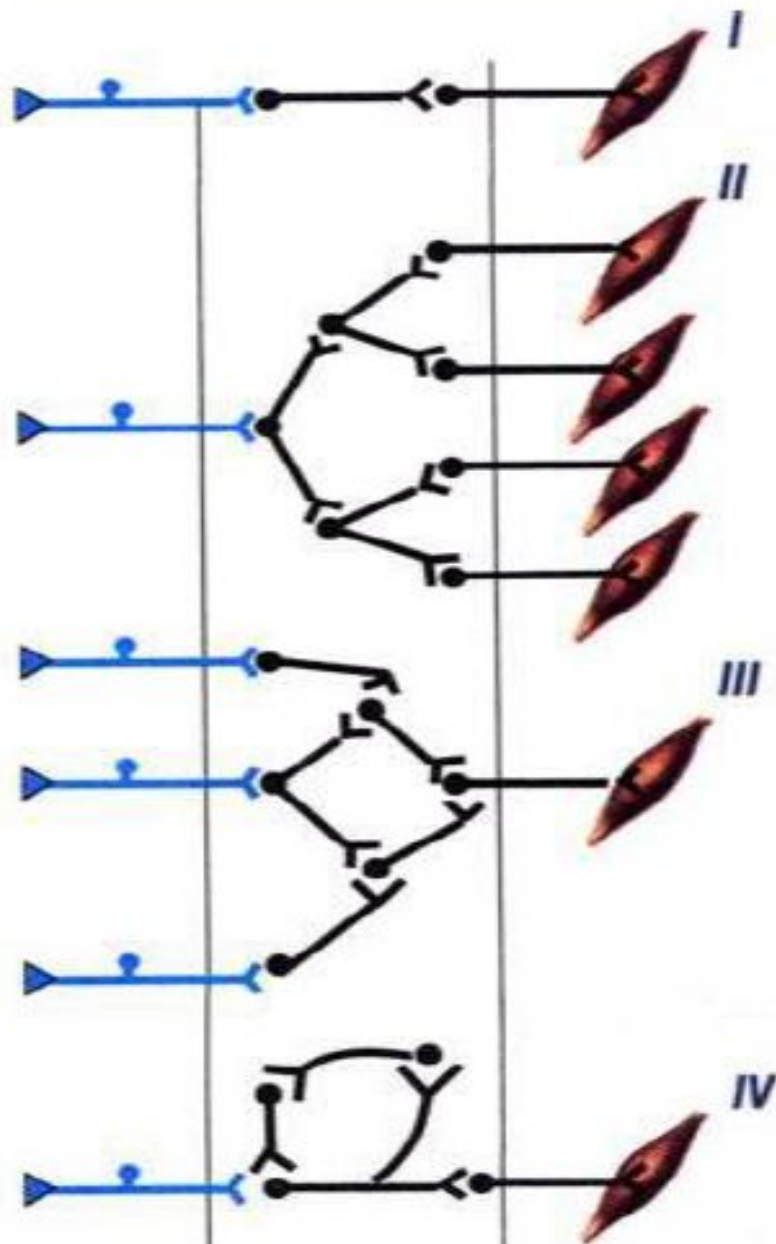
III - конвергирующая

IV - кольцевая

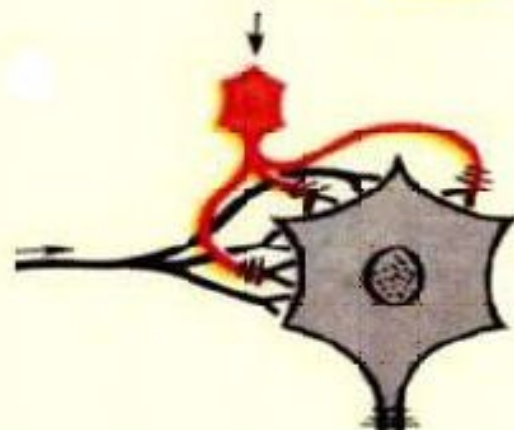
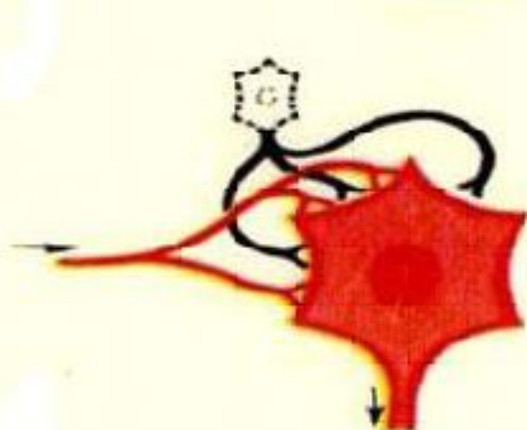
а - чувствительные нейроны

б - вставочные нейроны

в - мотонейроны



Опыт сеченовского торможения

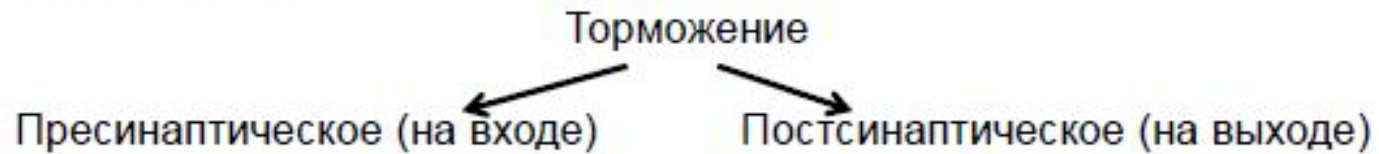


Классификация торможения

По причине развития:



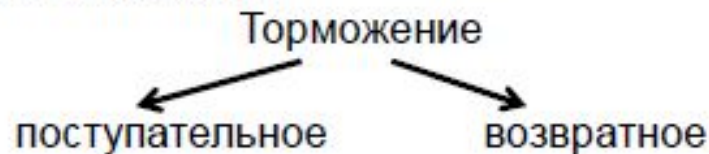
По локализации в синапсе:



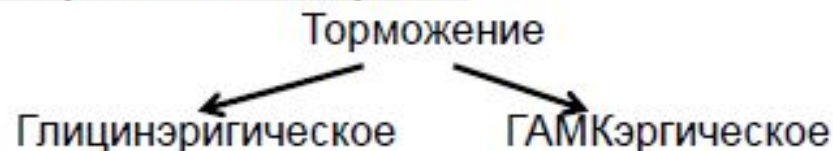
По механизму развития:



По направлению тормозного влияния:



По природе медиатора тормозного нейрона:

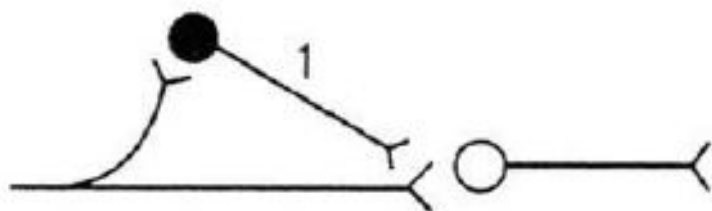


Пресинаптическое торможение

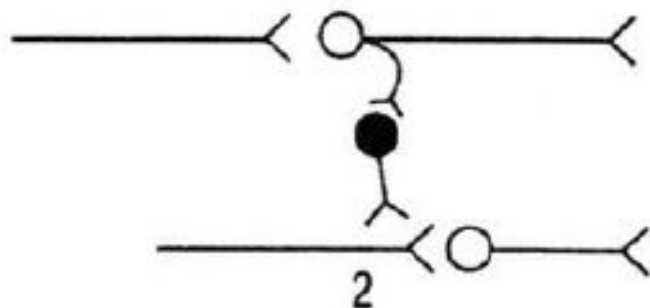
Механизм: ГАМК – ГАМКрц1 – ↑ выход CL^- – из клетки – стойкая деполяризация пресинаптической мембраны – ↓ возбудимости пресинаптической мембраны – нет выхода медиатора из пресинаптической мембраны

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:

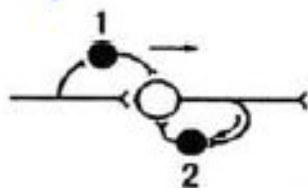
- если ГАМК – ГАМКрц1 - ↑проницаемость постсинаптической мембраны для Cl (в клетку) – ТПСП - ↓ возбудимости - торможение;

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

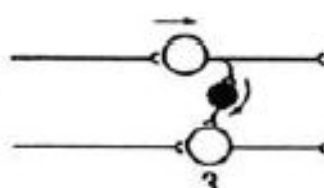
Причиной ТПСП может быть снижение проницаемости постсинаптической мембраны для ионов Na , например, в симпатических ганглиях.

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:

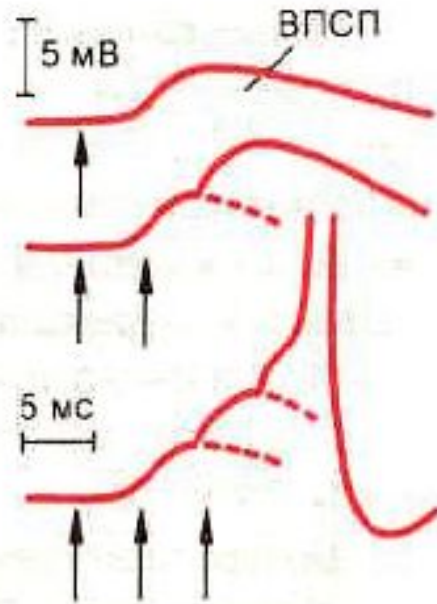
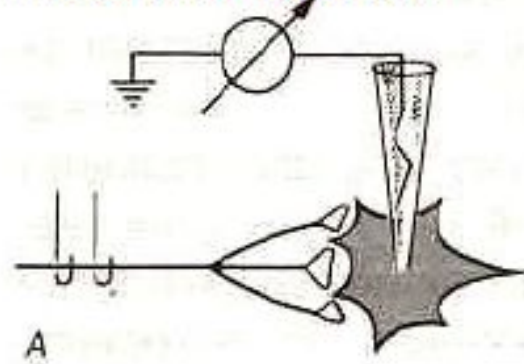
- **КБП – произвольная регуляция дыхания;**
- **лимбическая кора – связь эмоций и дыхания;**
- **гипоталамус – приспособление дыхания к уровню обменных процессов и т.д.**

Свойства нервных центров:

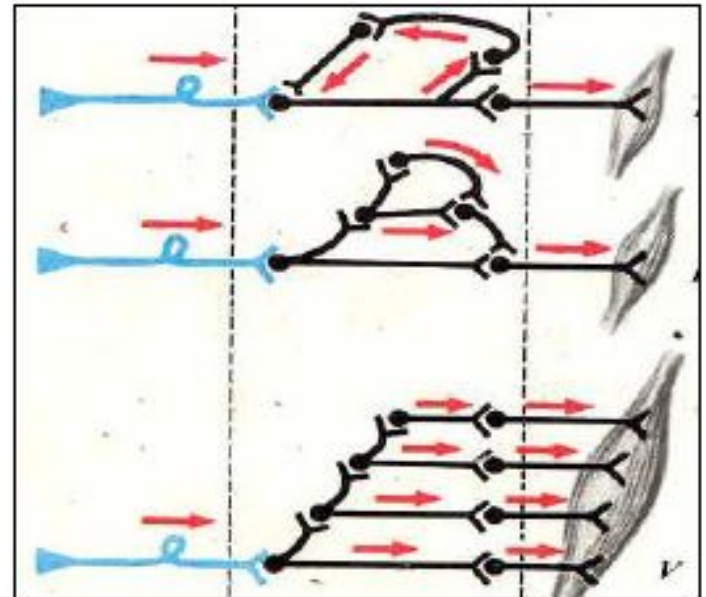
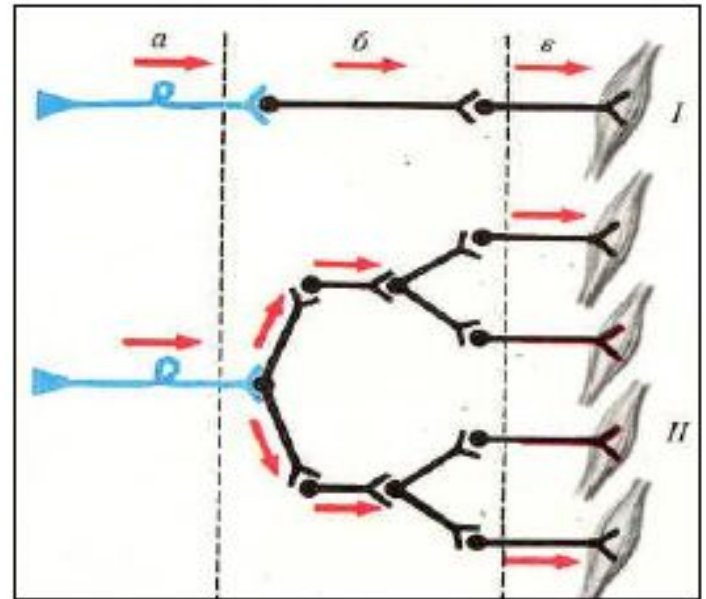
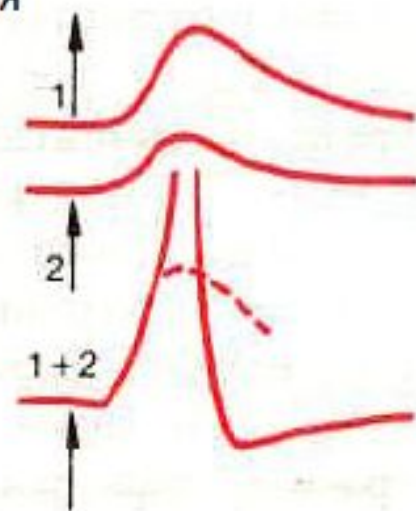
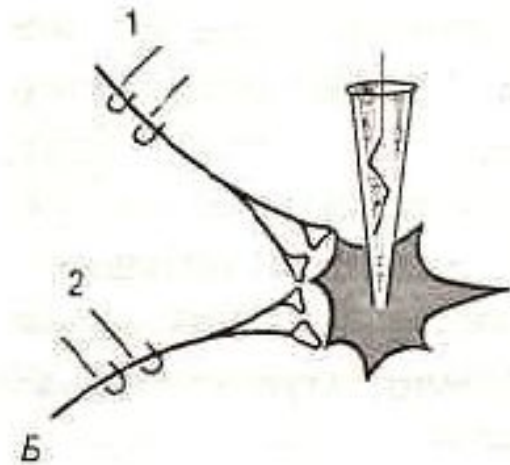
- ***одностороннее проведение возбуждения***
- ***низкая возбудимость***
- ***низкая скорость проведения возбуждения***
- ***низкая лабильность***
- ***высокая утомляемость***
- ***способность к суммации***
- ***высокая чувствительность к действию ядов, токсинов, гипоксии, гиперкапнии***
- ***явление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

СУММАЦИЯ В ЦНС

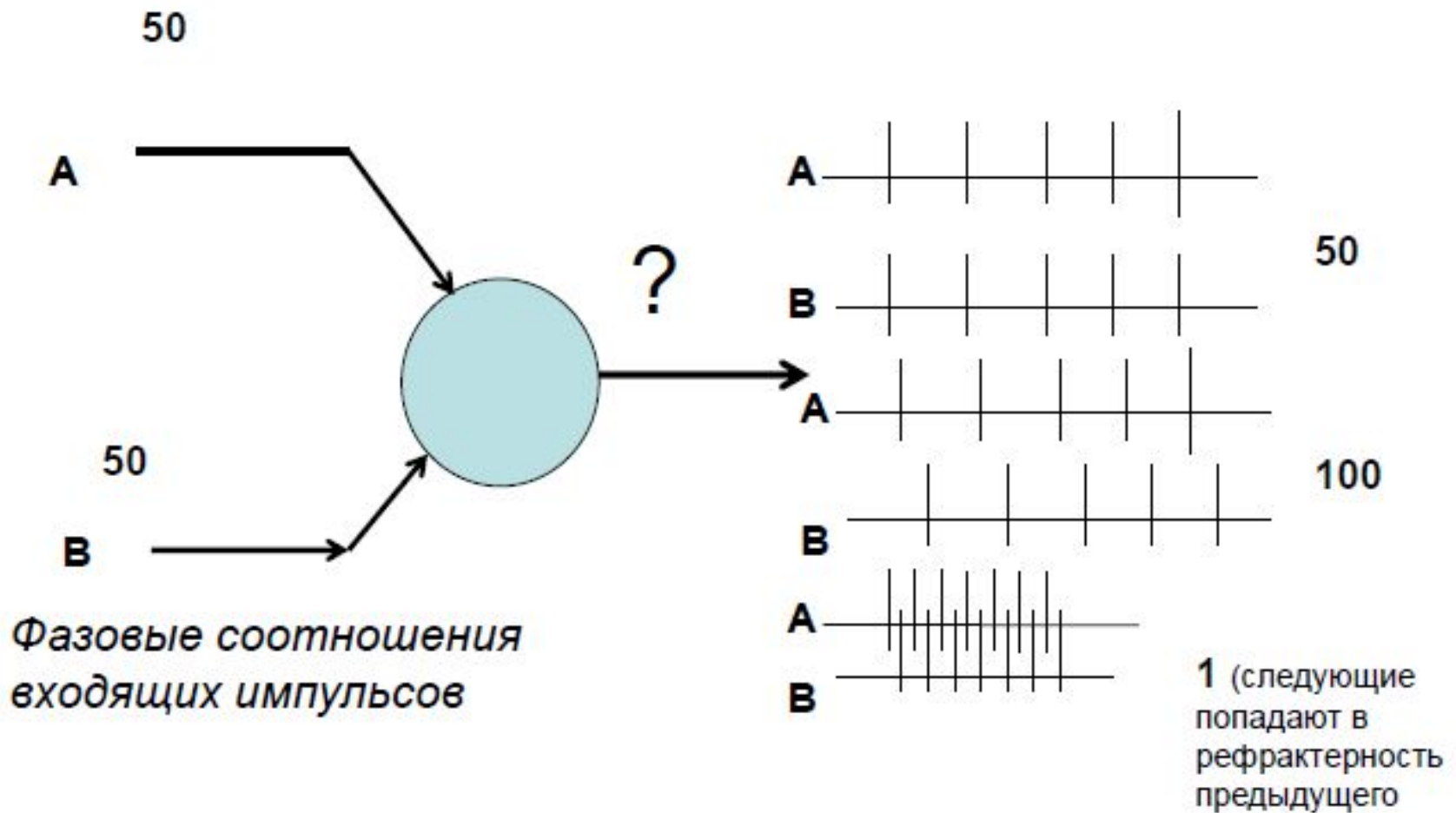
Временная суммация



Пространственная суммация



ТРАНСФОРМАЦИЯ РИТМА



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)

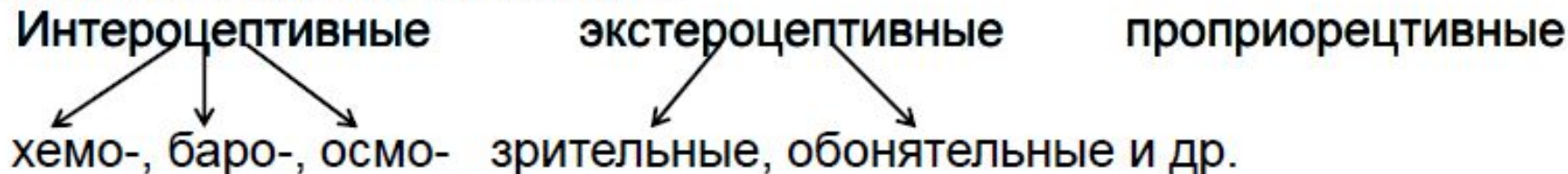
По уровню замыкания рефлекторной дуги

Спинальные, бульбарные, мезенцефальные, таламические, корковые

По эффектору

Соматические и вегетативные

По локализации рецепторов



По биологическому значению

Пищевые, половые, ориентировочные, оборонительные

РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА -

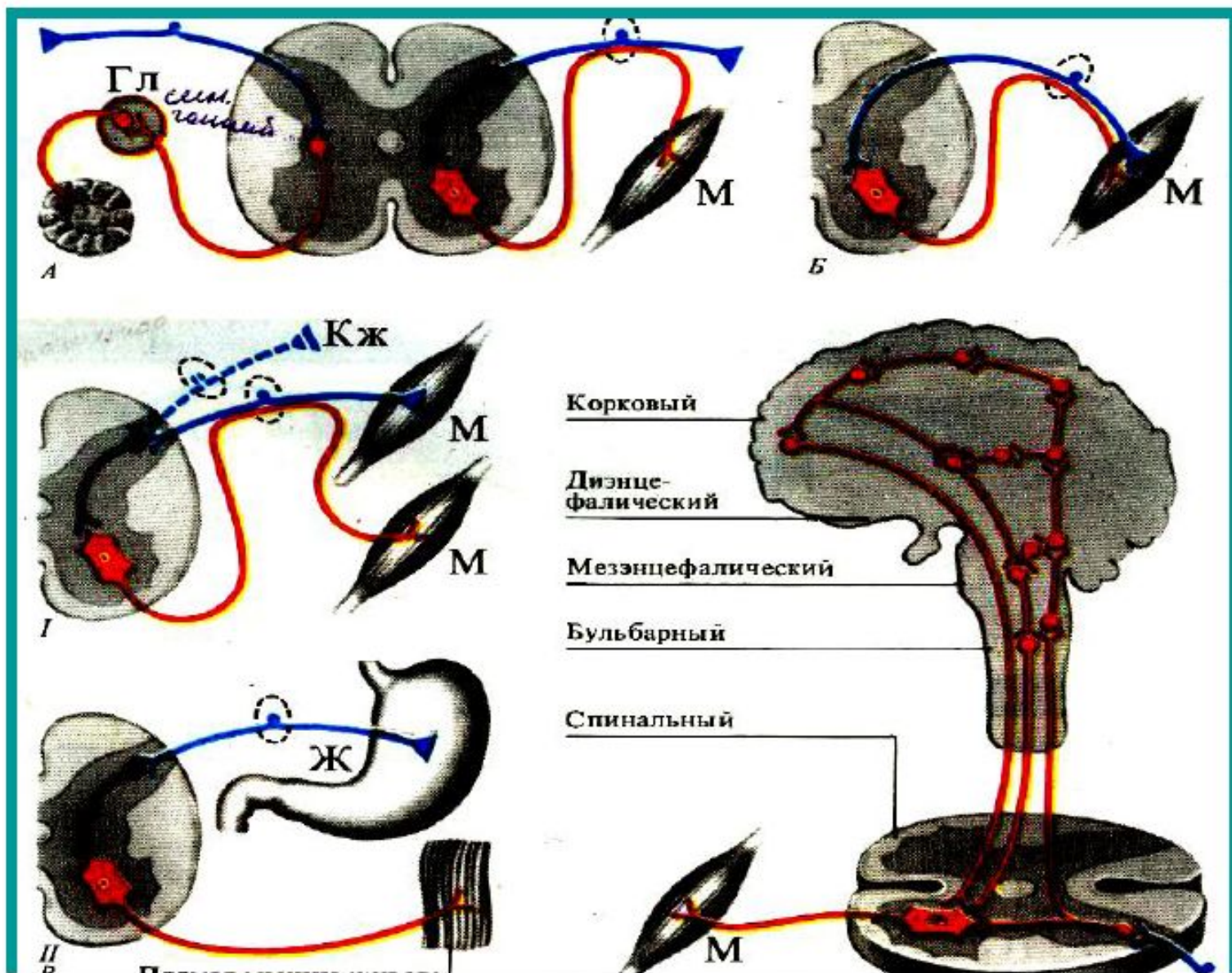
(нервный путь рефлекса) – совокупность структур, необходимых для осуществления рефлекса.

Обратная афферентация – связь периферии с ЦНС.

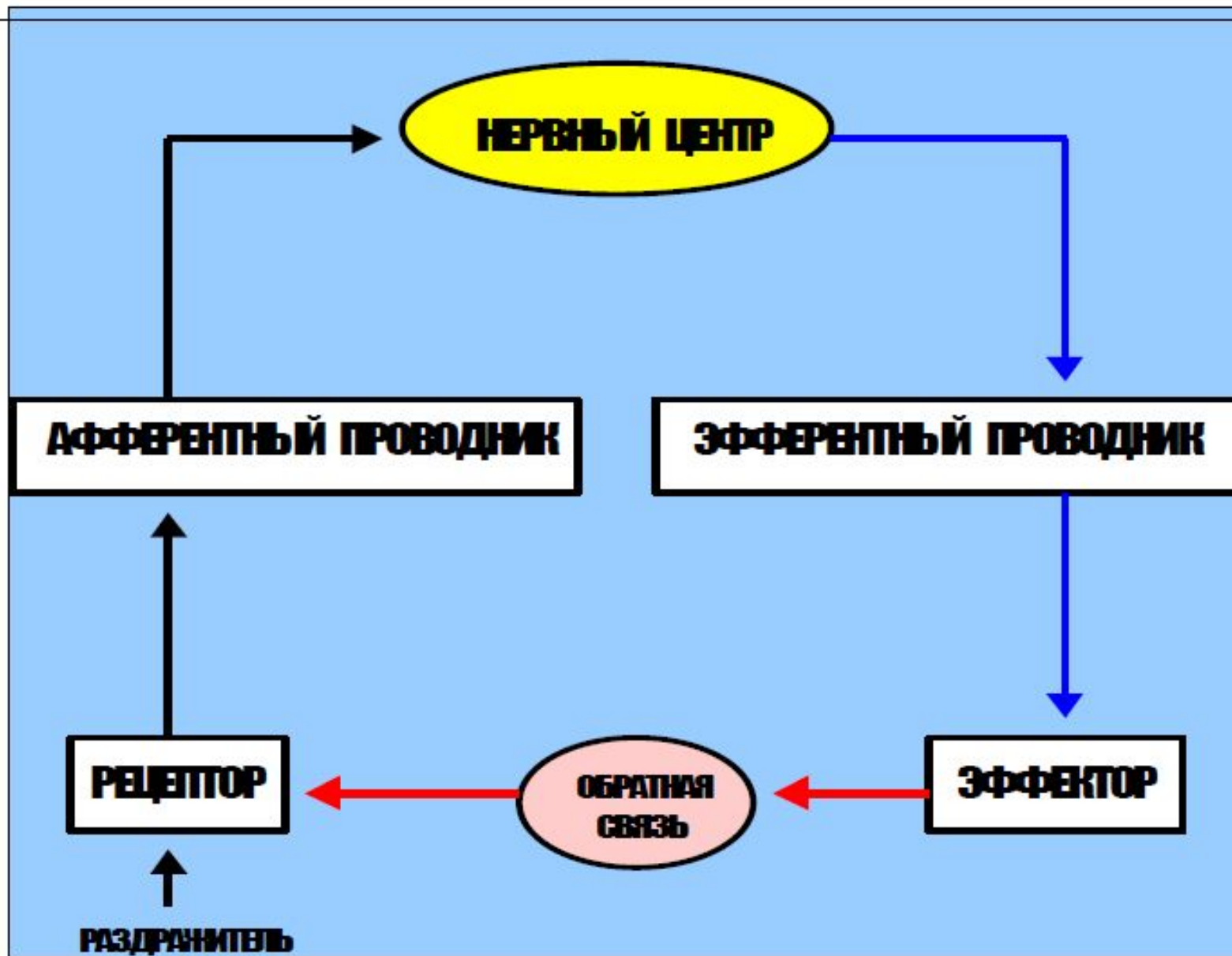
Источником её являются рецепторы, локализованные в органе-эффеторе и в органах чувств, принимающих участие в оценке результата рефлекторного акта.

Сигналы обратной афферентации используются для сравнения результата рефлекторного акта с его программой.

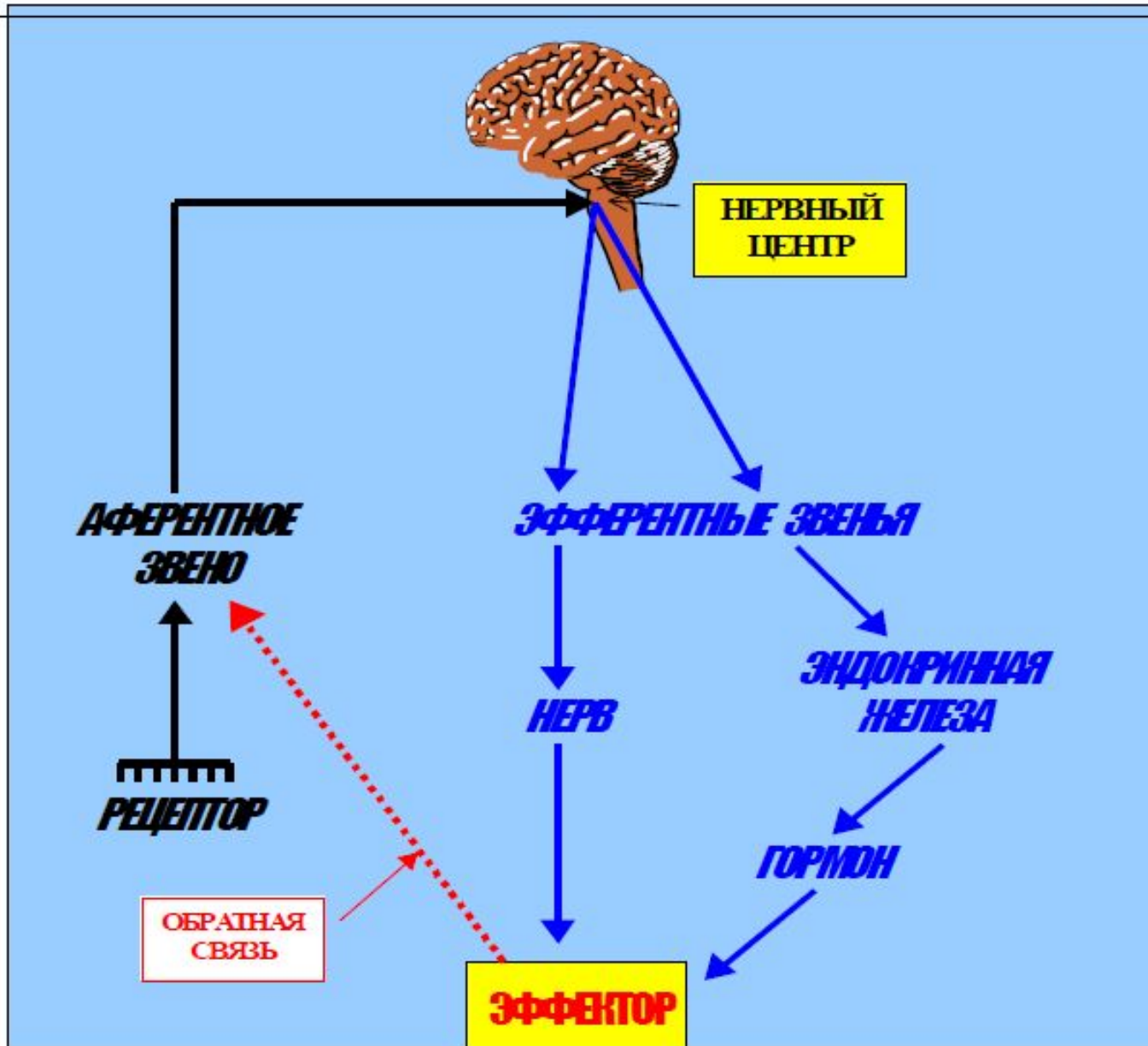
ПРОСТАЯ И СЛОЖНАЯ РЕФЛЕКТОРНЫЕ ДУГИ



РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА И РЕФЛЕКТОРНОЕ КОЛЬЦО

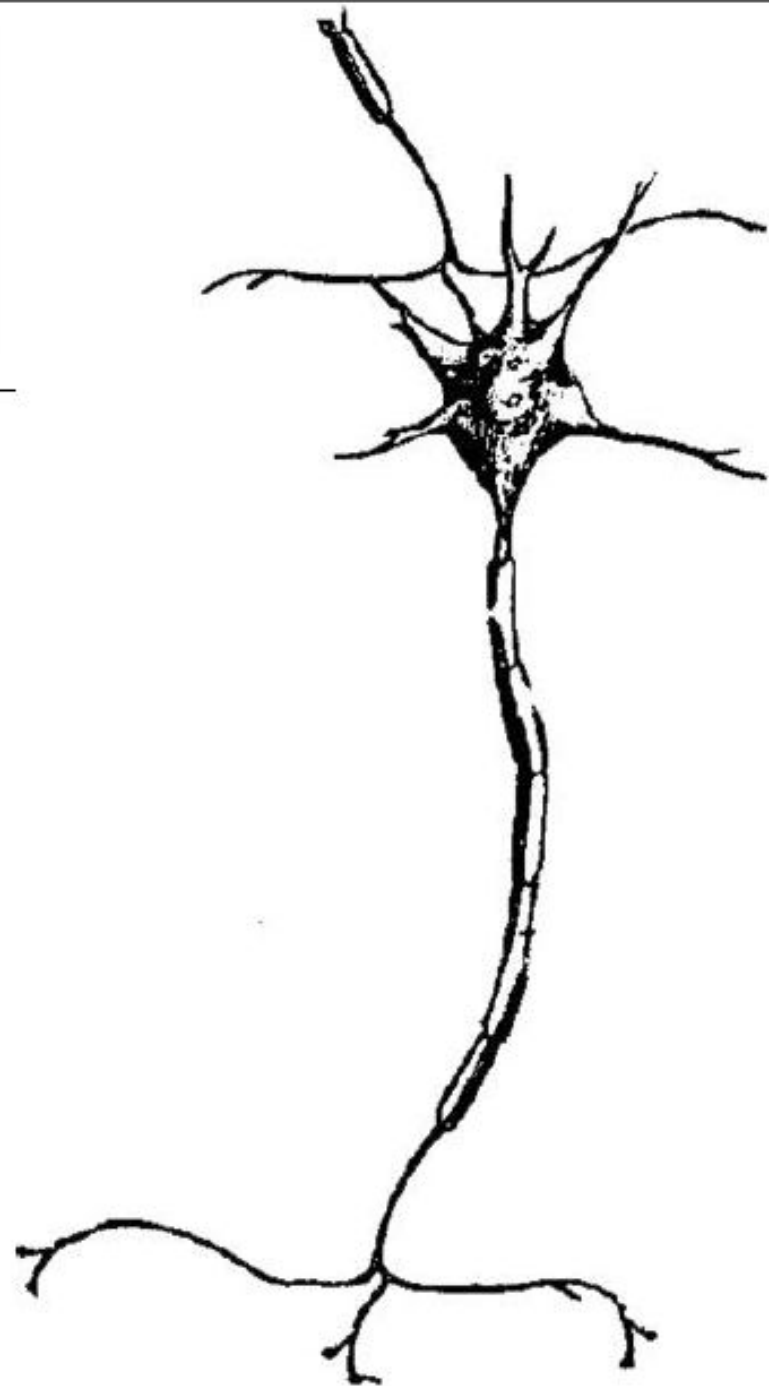


ЗВЕНЬЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

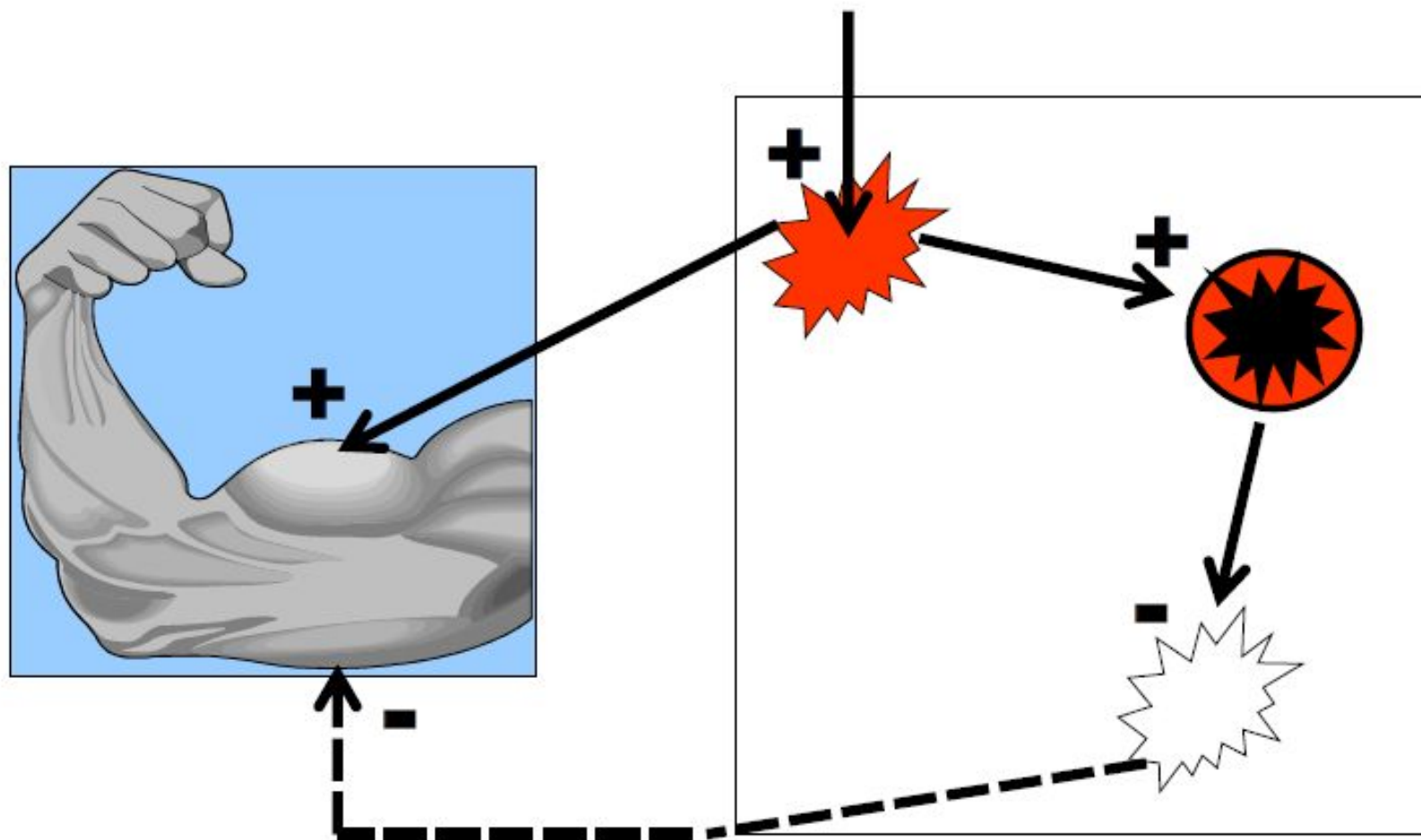


Принципы координационной деятельности ЦНС:

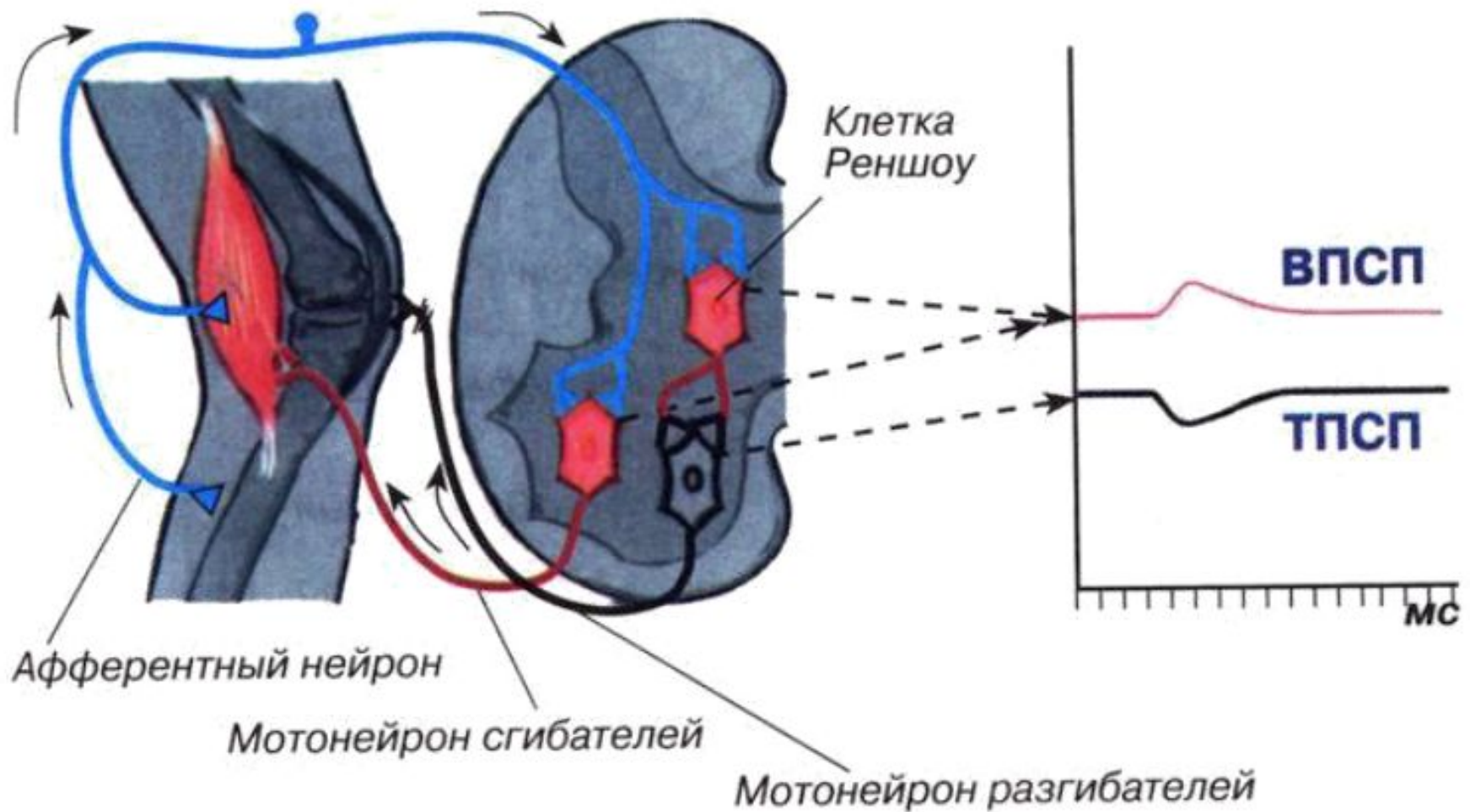
- *реципрокности
(сочетанности)*
- *обратной
афферентации*
- *доминанты*
- *общего конечного пути
(по Шеррингтону)*
- *субординации нервных
центров*



ПРИНЦИП РЕЦИПРОКНОСТИ [СОПРЯЖЕННОГО ТОРМОЖЕНИЯ]



Принцип реципрокности



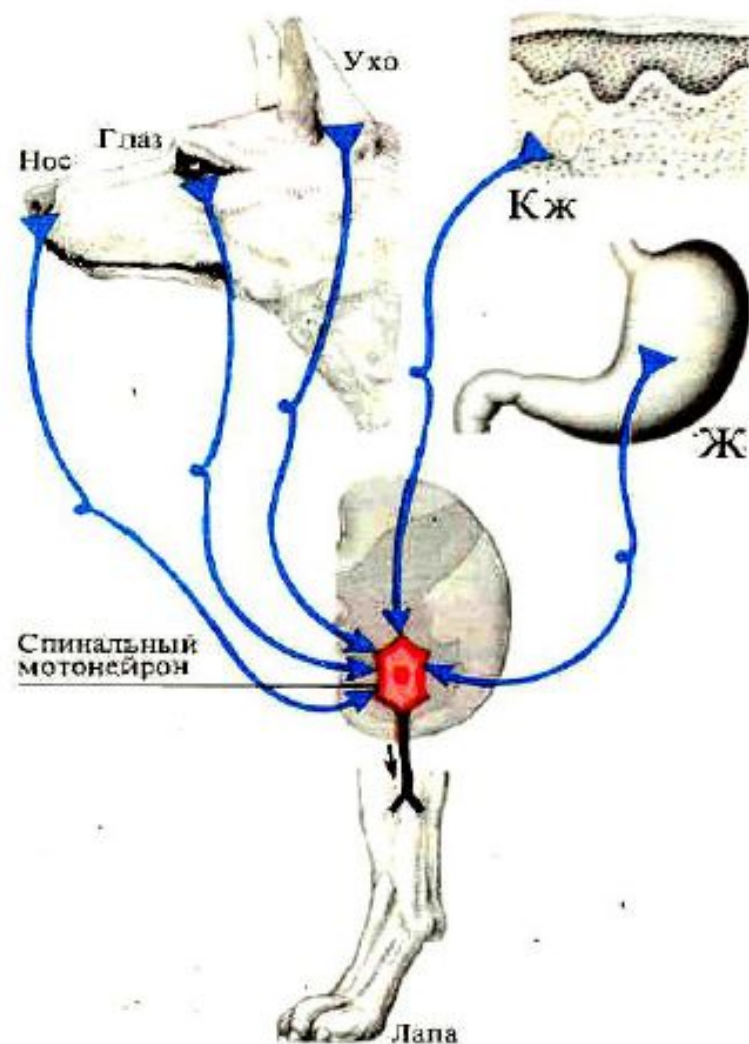
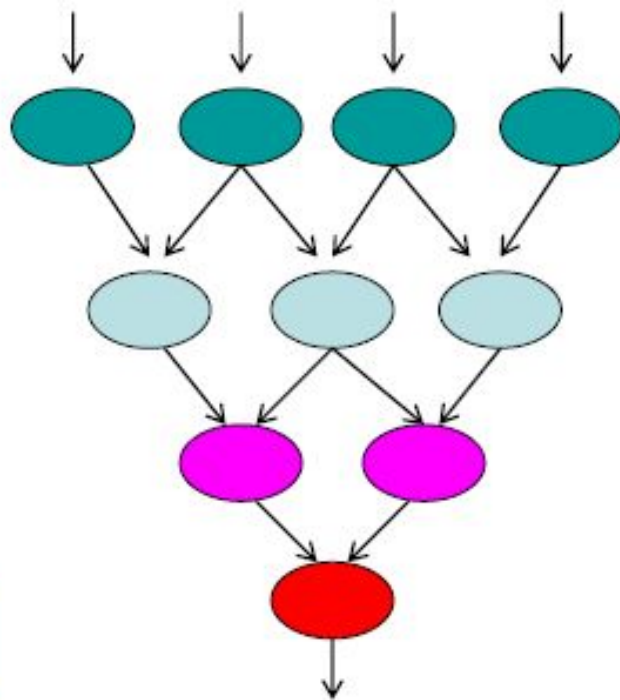
Принцип общего конечного пути в спинном мозге

КОРА

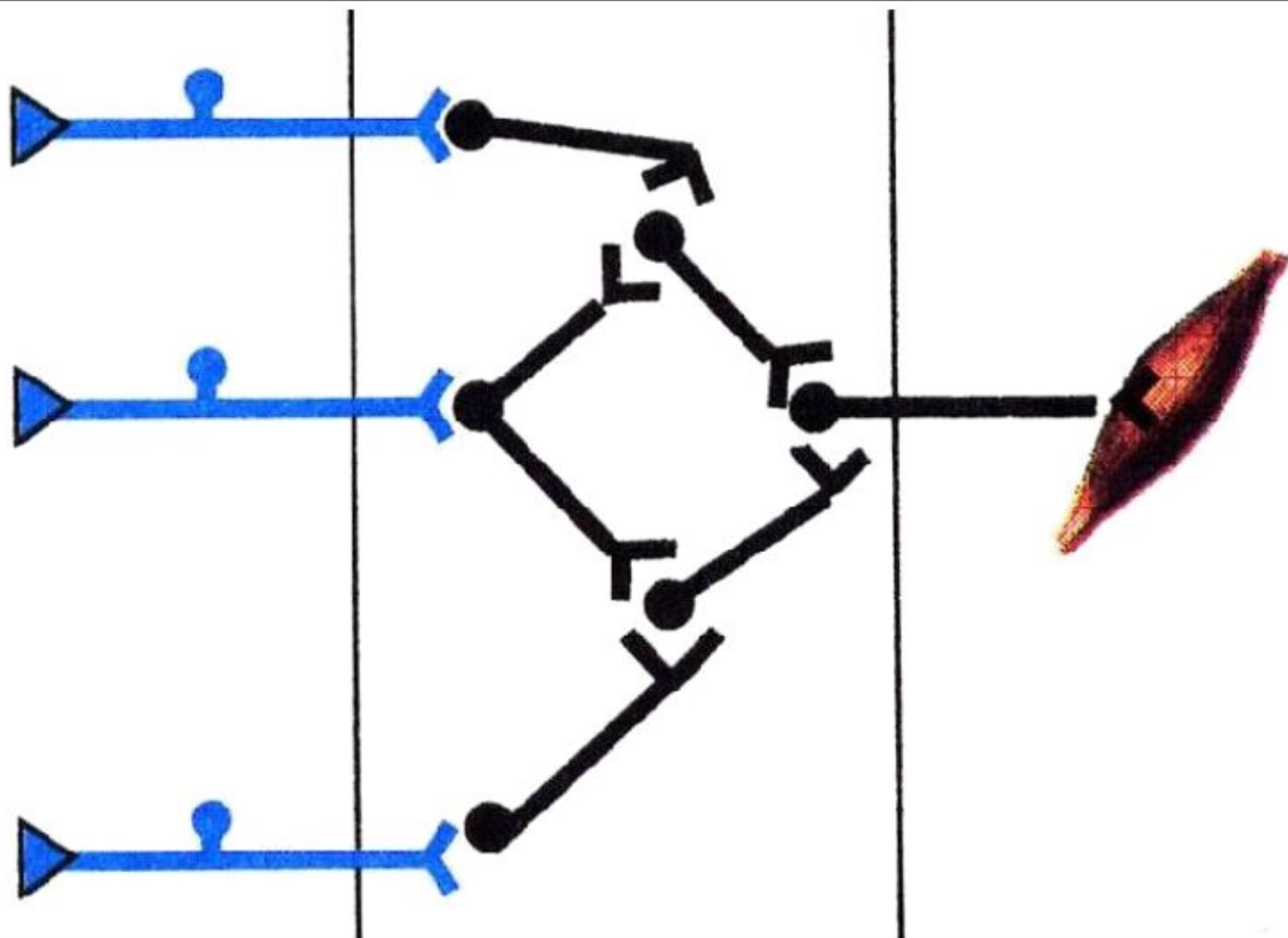
ПОДКОРКА

СТВОЛ

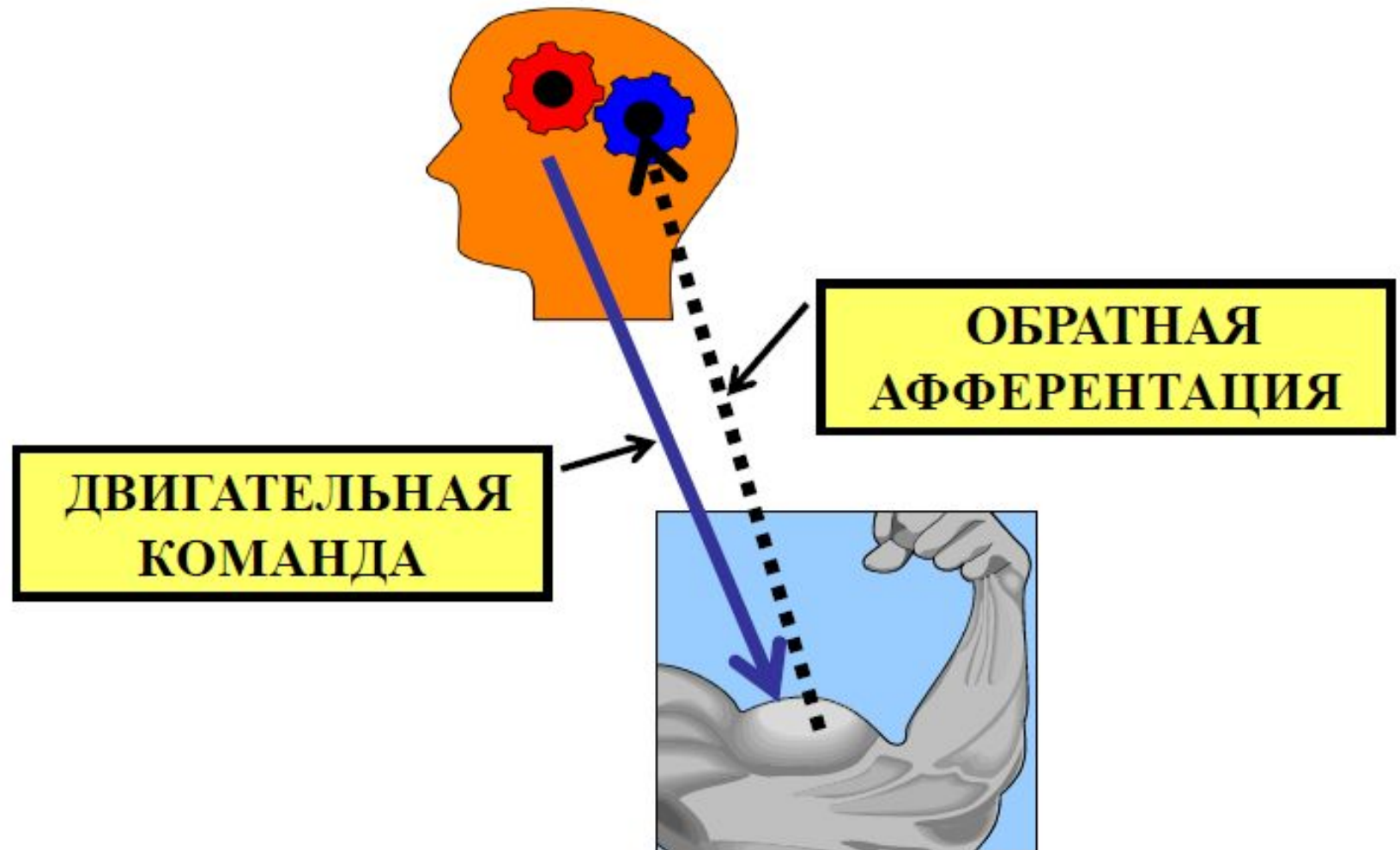
СПИННОЙ МОЗГ



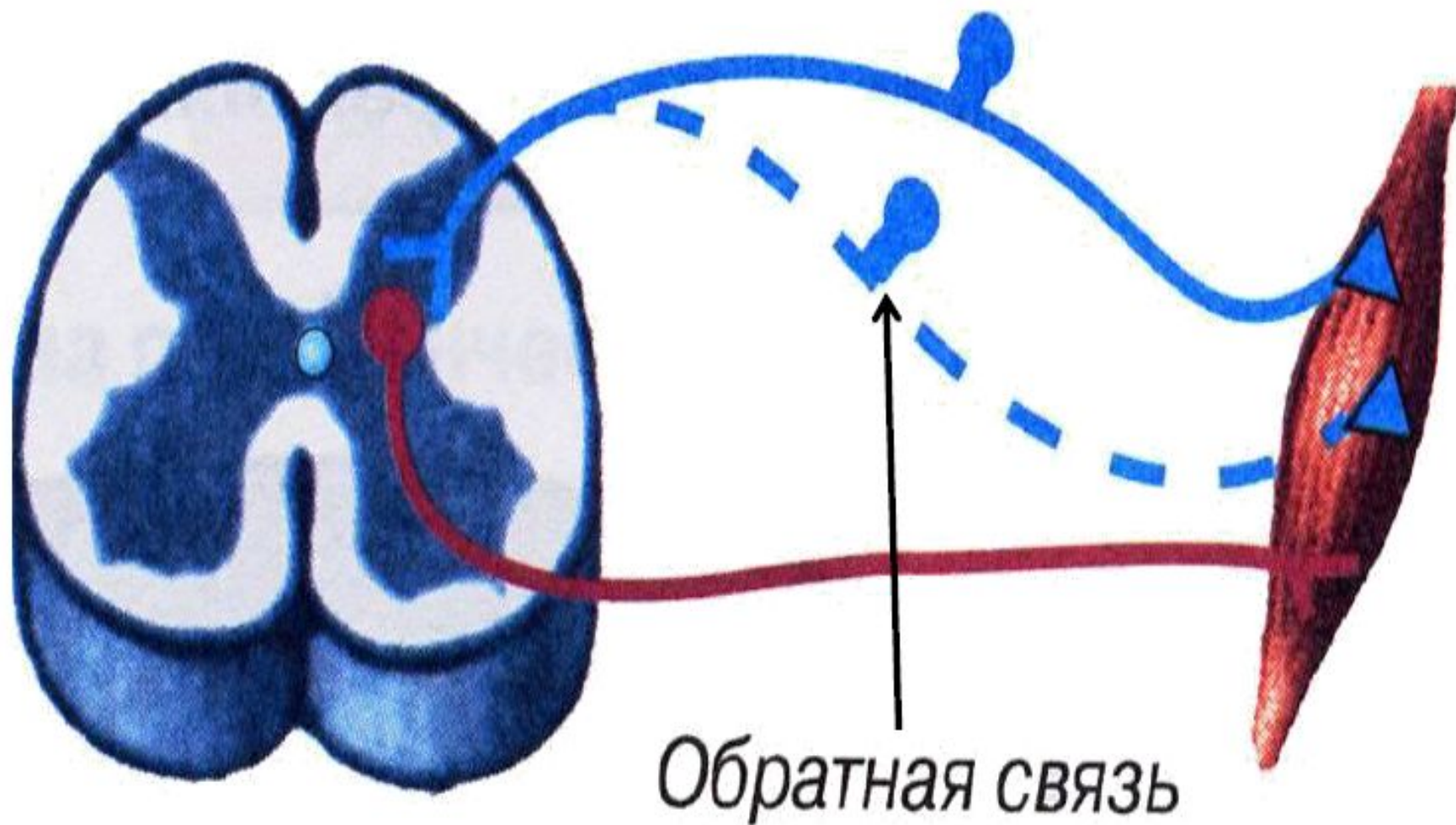
Принцип общего конечного пути



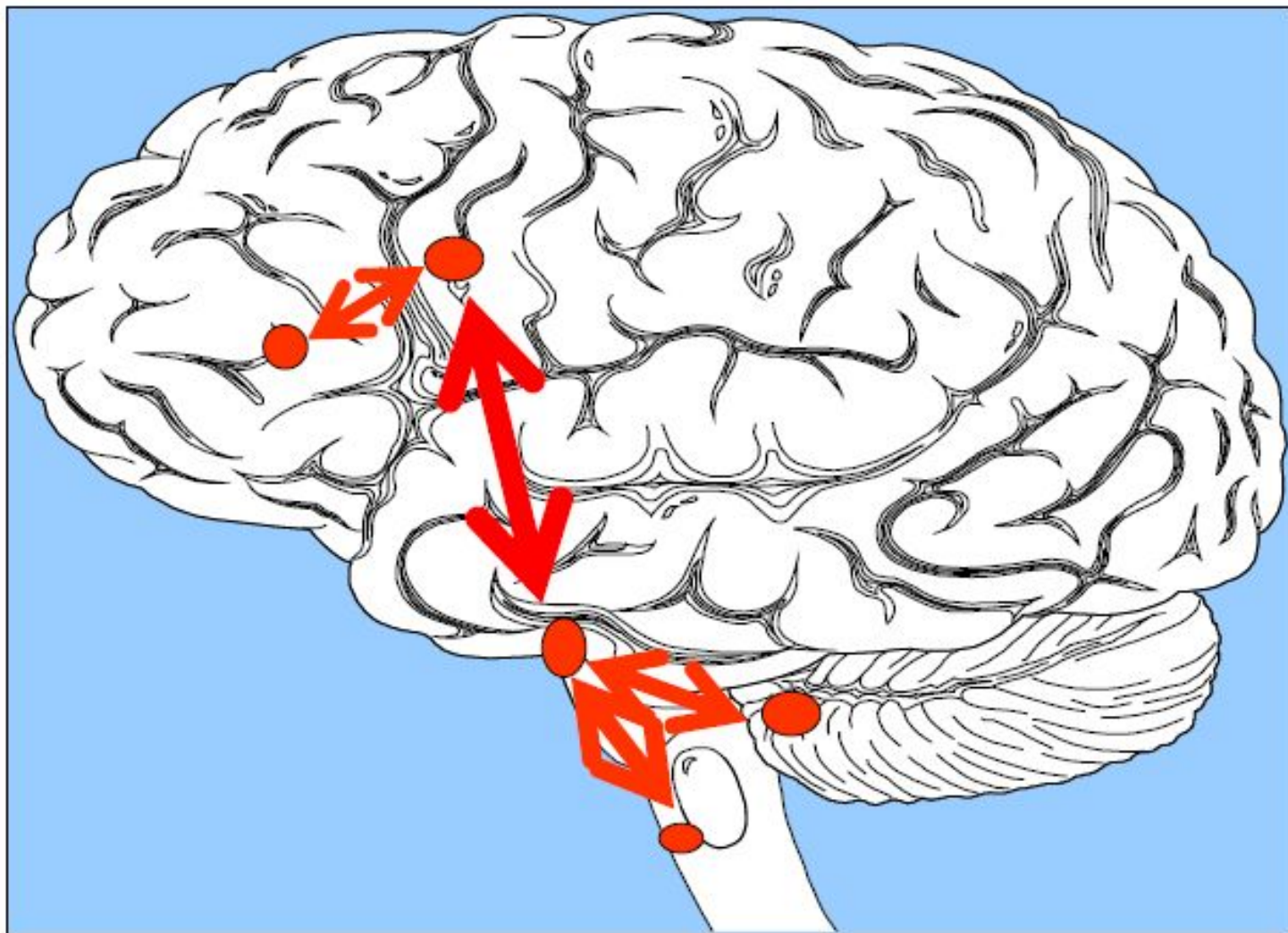
ПРИНЦИП ОБРАТНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ



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:

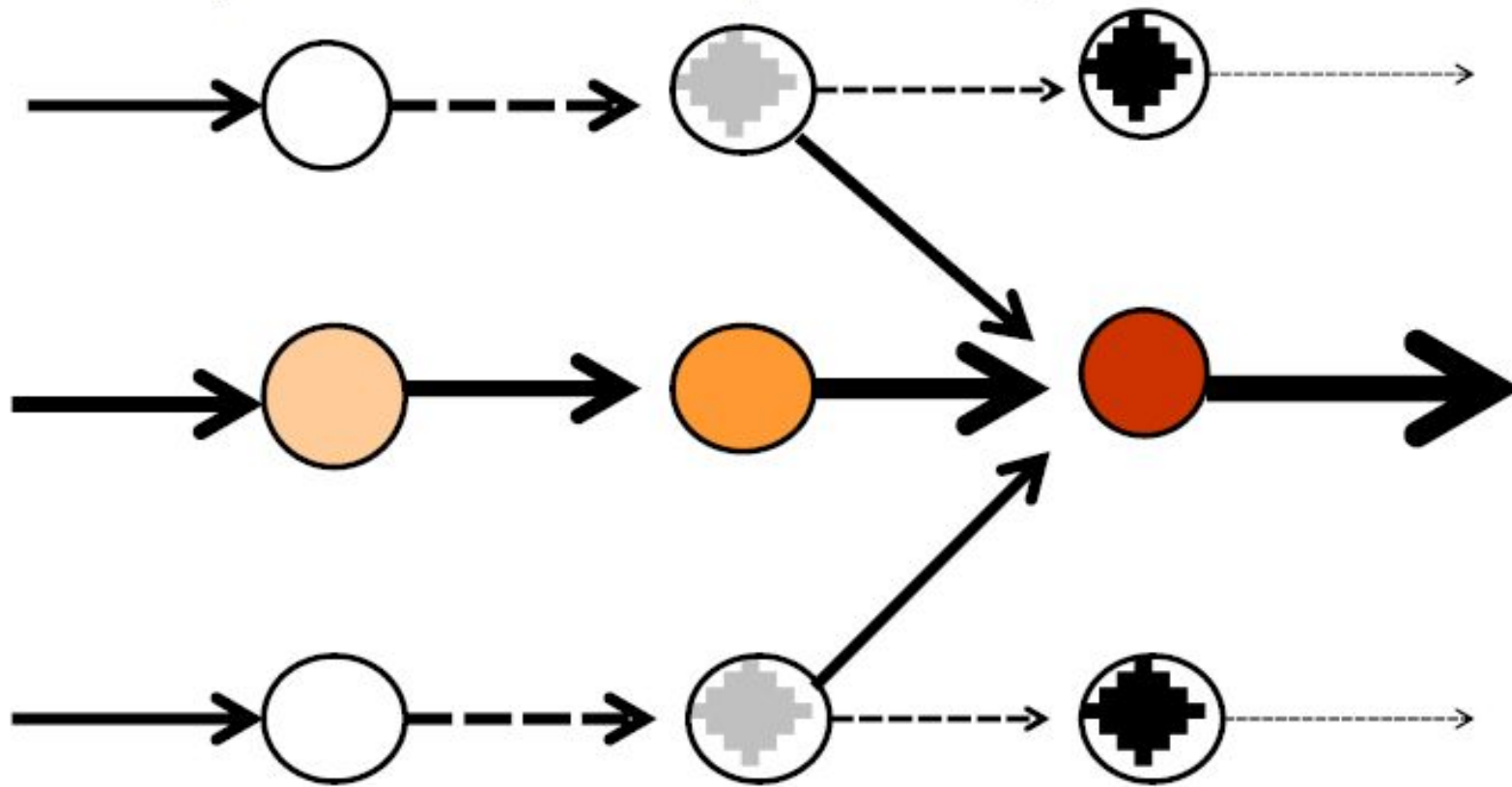
- адекватная реализация
- формирование новой доминанты
- волевое торможение («торможение в лоб»)
- запредельное торможение

ПРИНЦИП ДОМИНАНТЫ

Раздражители

Нервные центры

Рефлексы



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

Г

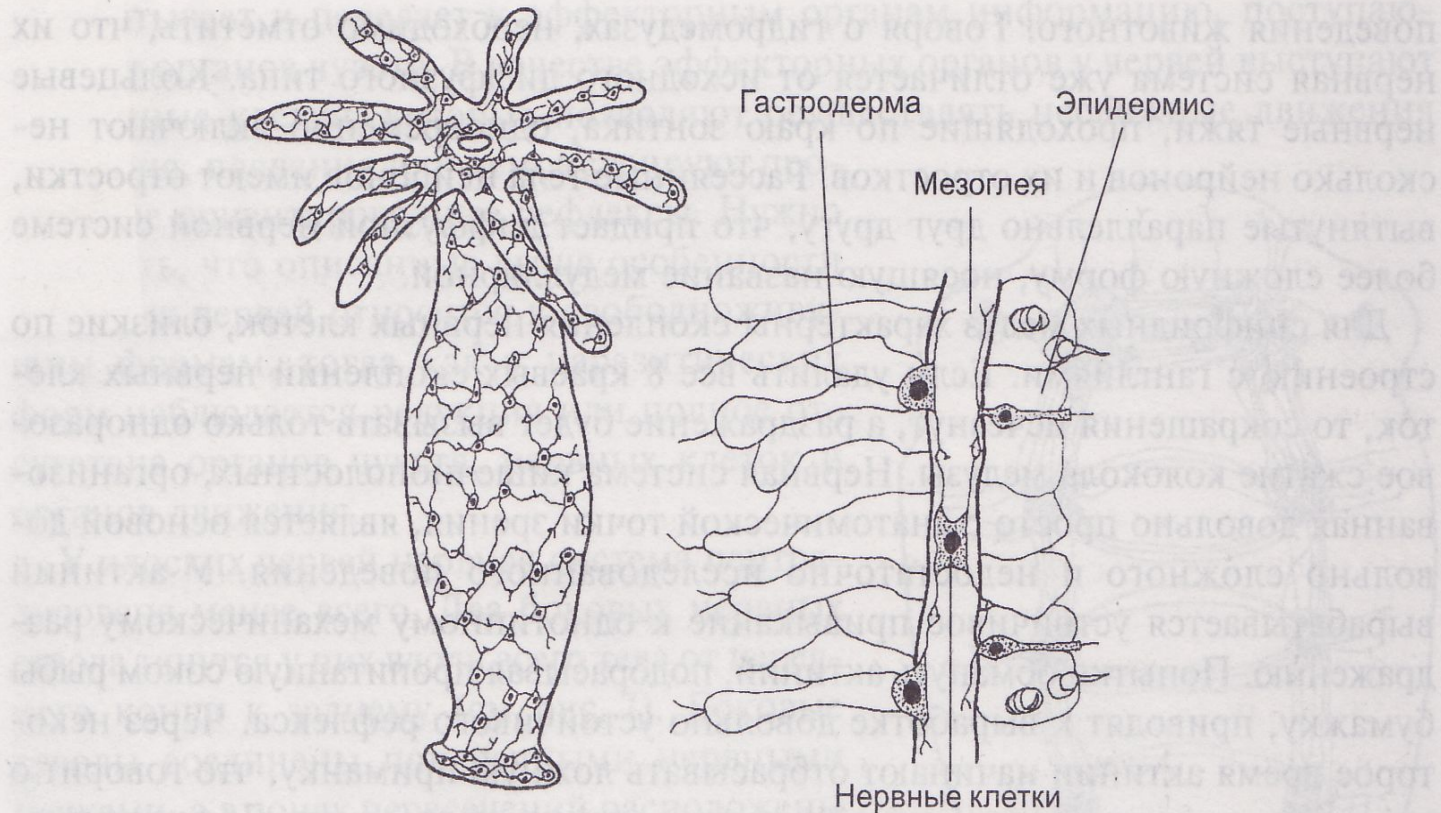


Рис. 6. Строение нервной системы кишечнополостных на примере пресноводной гидры. Для гидры характерна диффузная нервная система с плотным расположением нейронов на подошве и у ротового отверстия. Увеличен фрагмент стенки тела гидры с закрашенными нервными клетками, которые расположены в мезоглее и на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

Узловая нервная система

Строение нервной системы плоского червя.

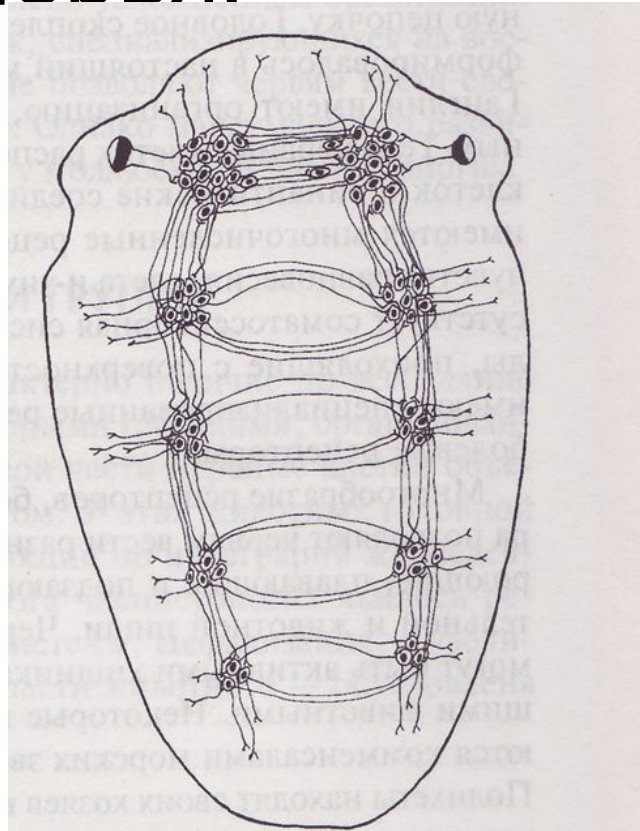
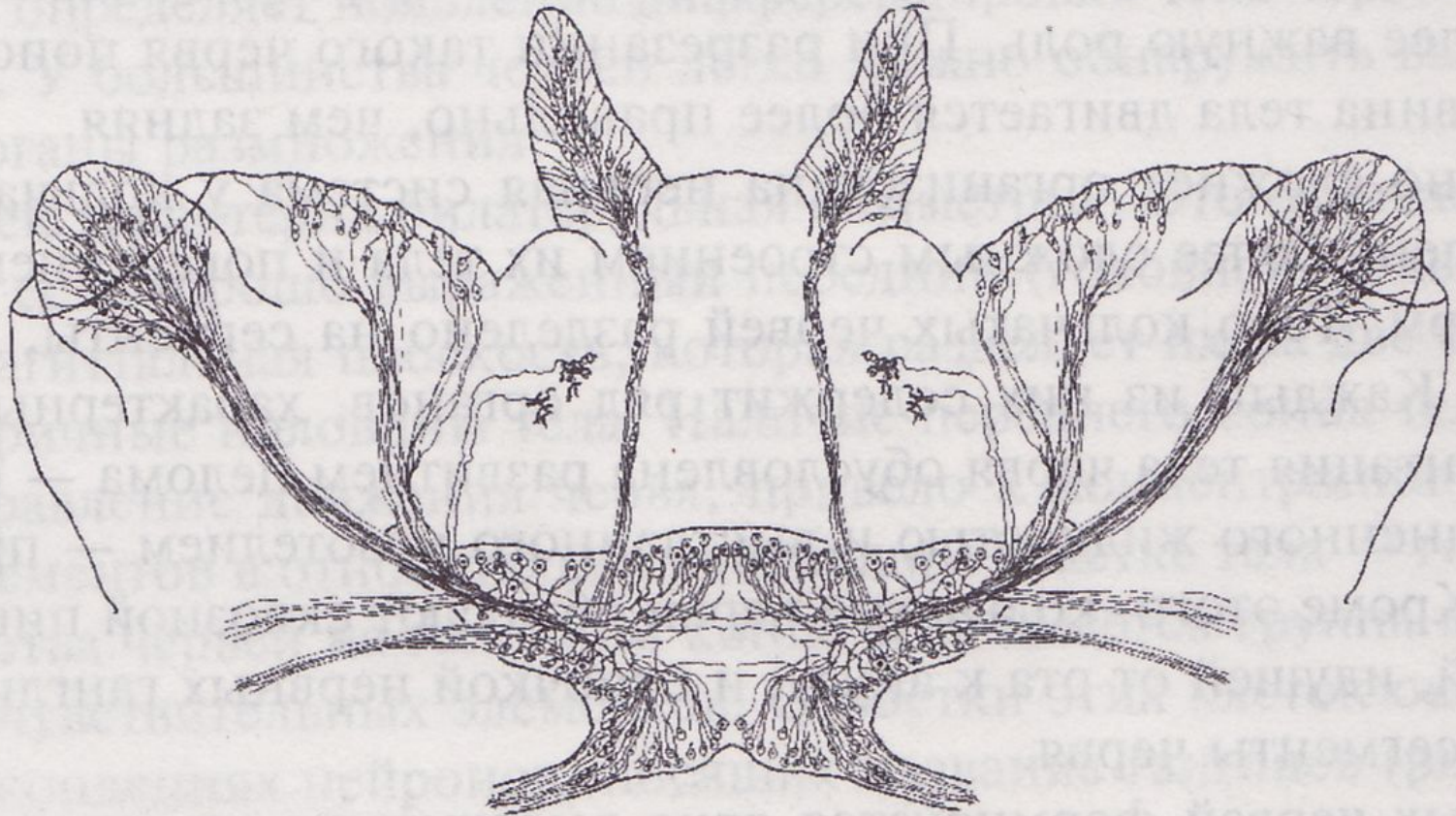


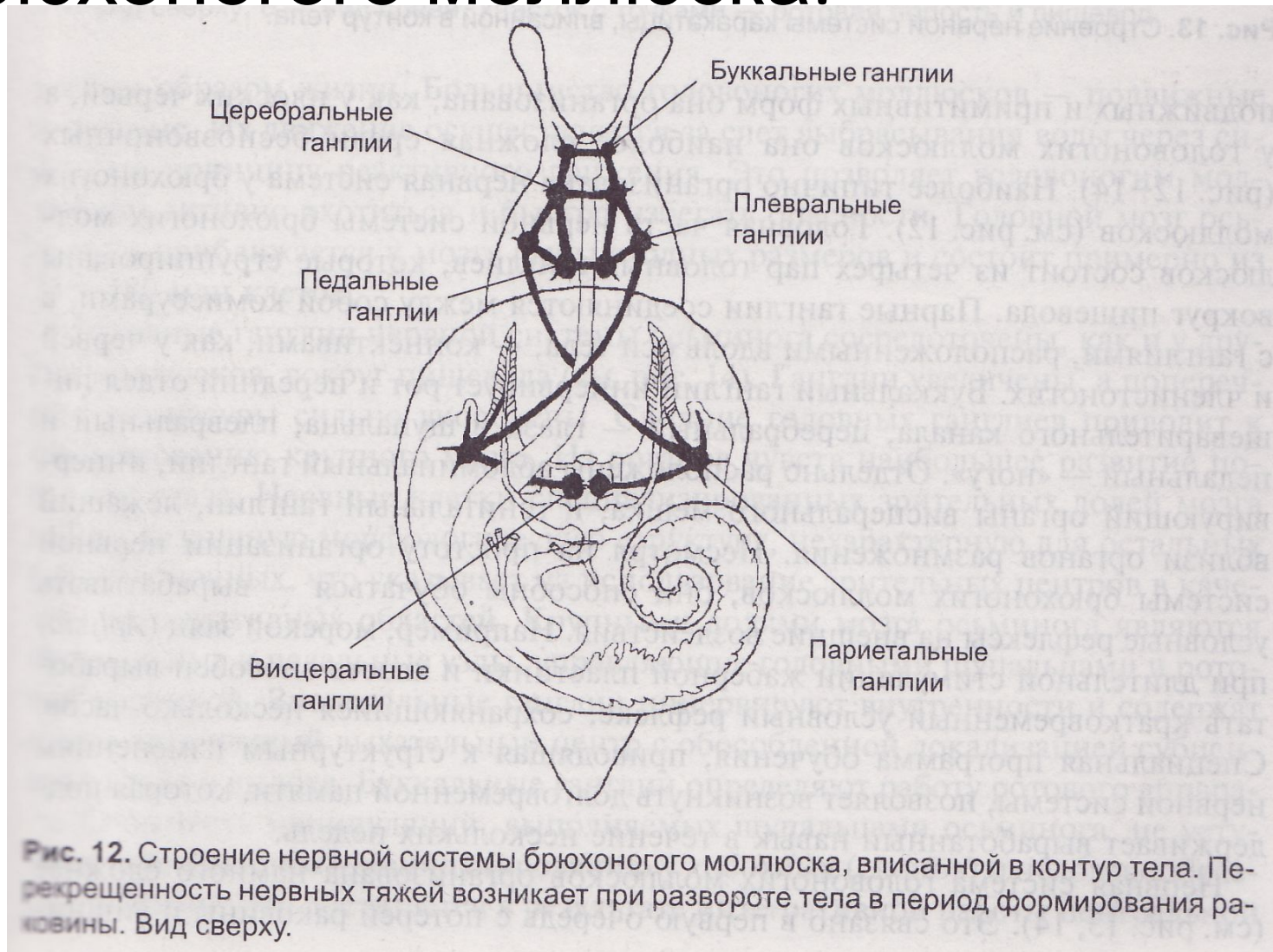
Рис. 7. Строение нервной системы плоского червя. У плоского червя лестничная нервная система. В узлах лестницы находятся ганглии, которые соединены между собой поперечными комиссурами.

Головные ганглии и нервы немертины.

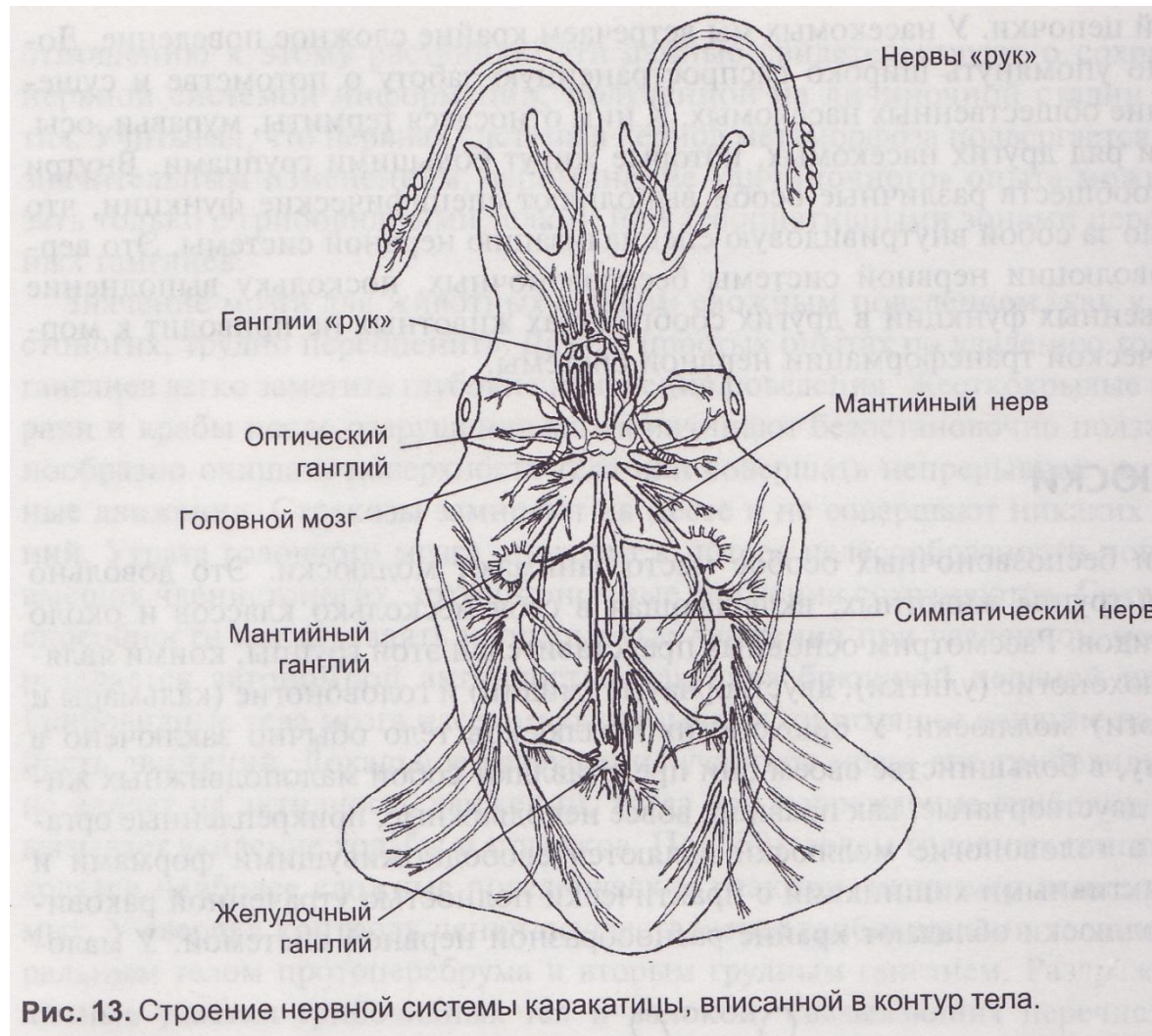


Головные ганглии и нервы морского кольчатого червя — немертины.

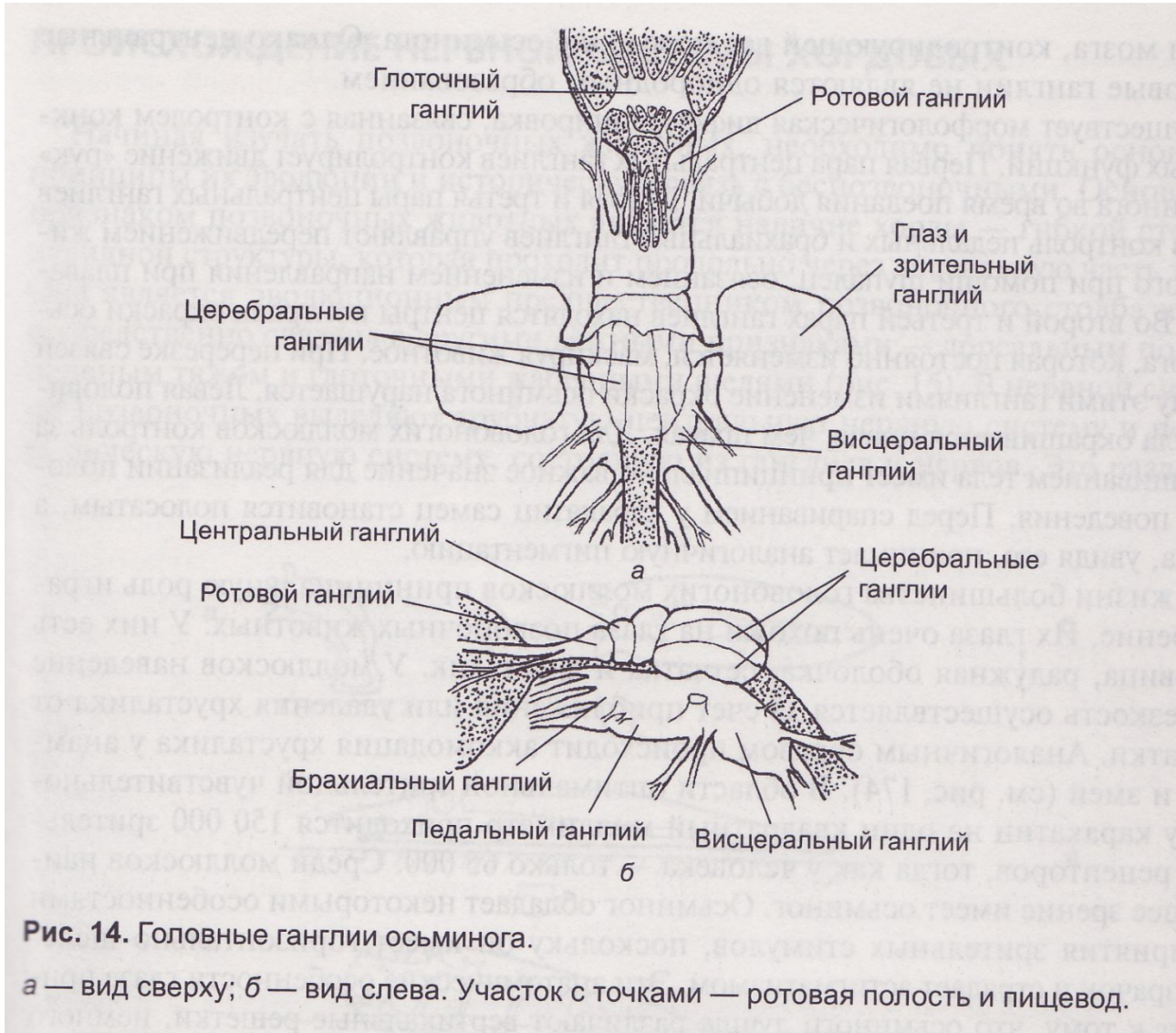
Строение нервной системы брюхоногого моллюска.



Строение нервной системы каракатицы.



Головные ганглии осьминога.



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 (головноногих) формируется головной мозг с отделами, функционально схожими с отделами головного мозга позвоночных.

Строение нервной системы членистоногих.

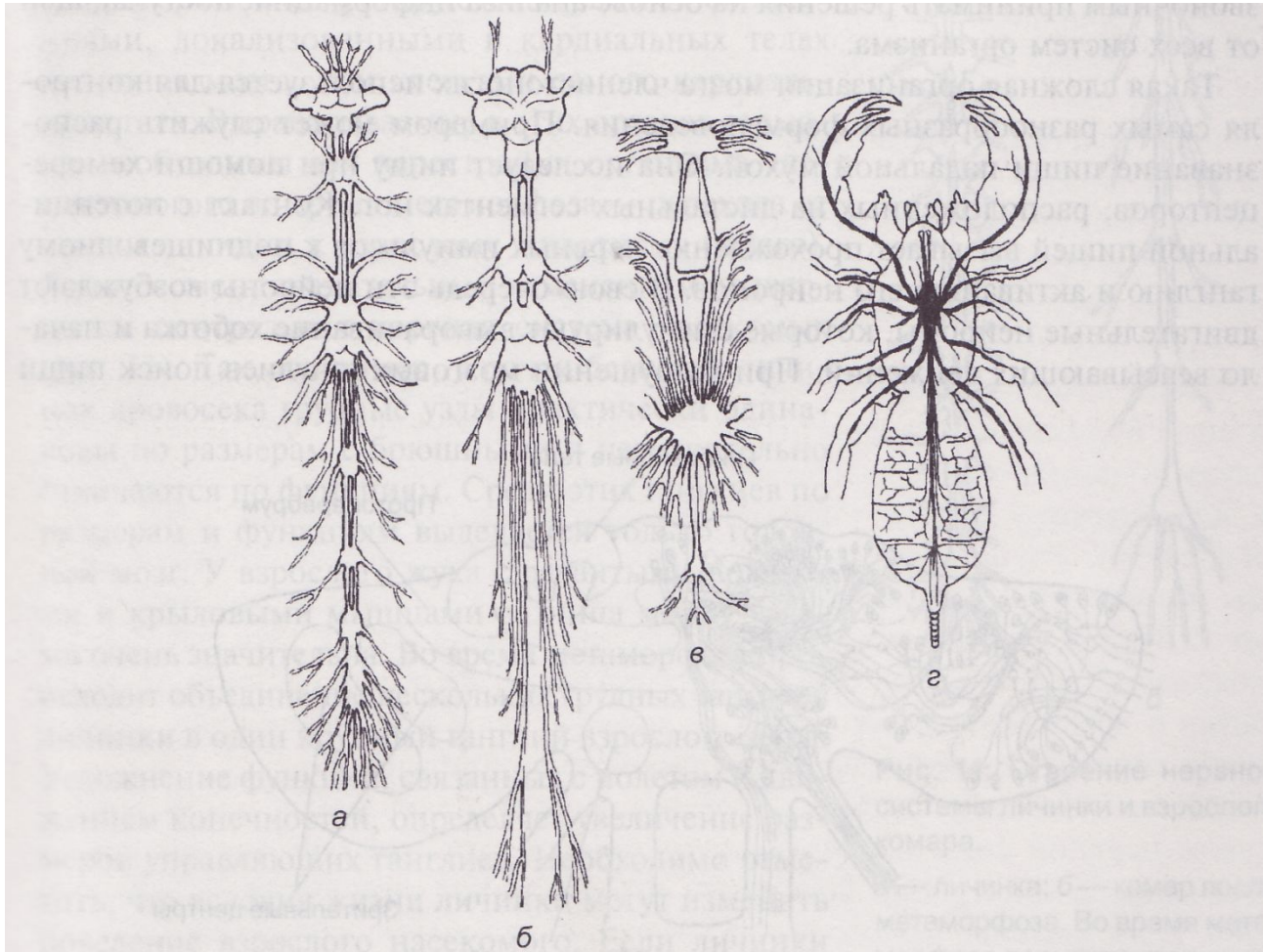


Рис. 9. Строение нервной системы членистоногих различных систематических групп.
а — муравей; б — майский жук; в — краб; г — телифон хвостатый (*Thelyphonus caudatus*; паукообразные). Нервная система телифона вписана в контуры тела.

Надглоточный нервный узел с грибовидными телами.

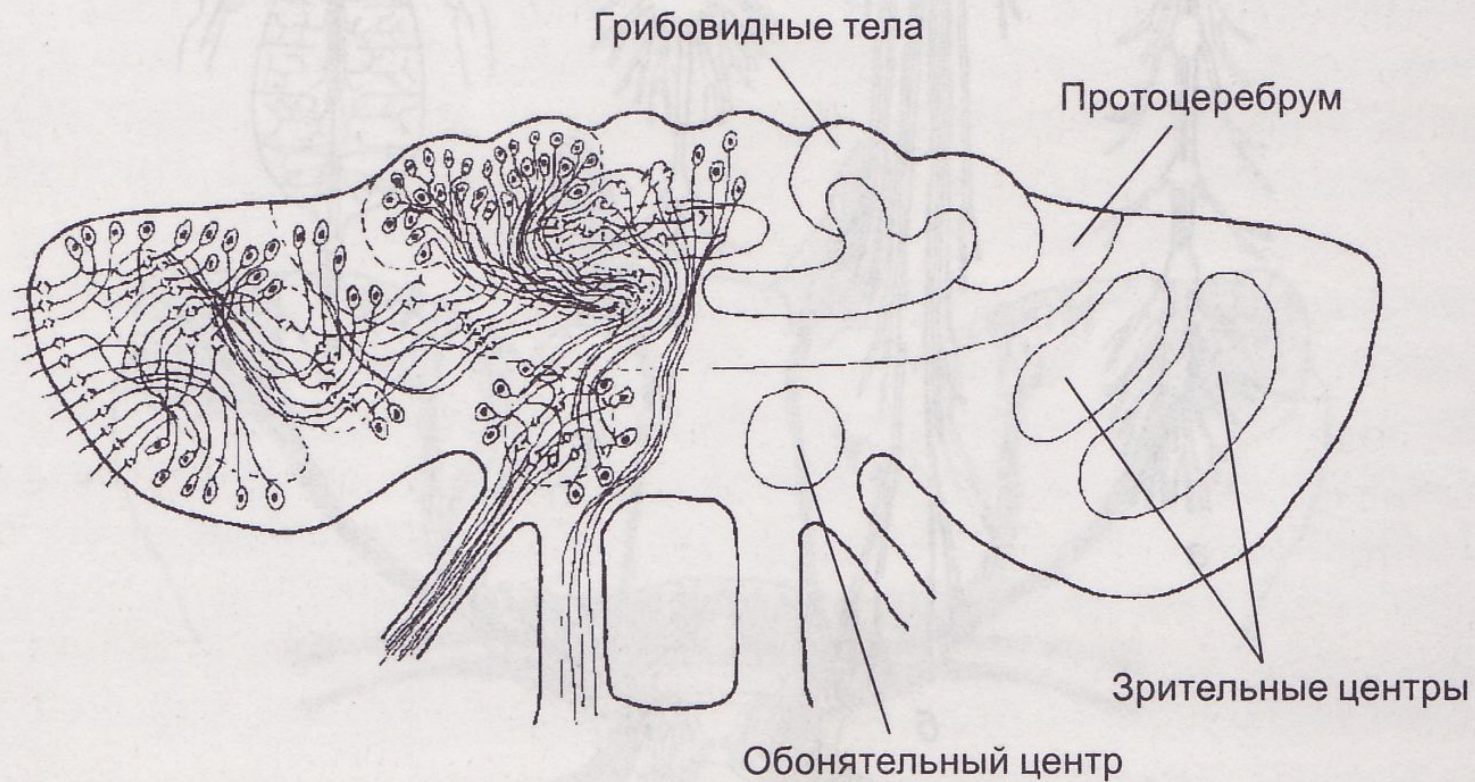


Рис. 10. Надглоточный нервный узел перепончатокрылого с грибовидными телами. Показаны расположение тел нервных клеток и основные связи между центрами головного ганглия.

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

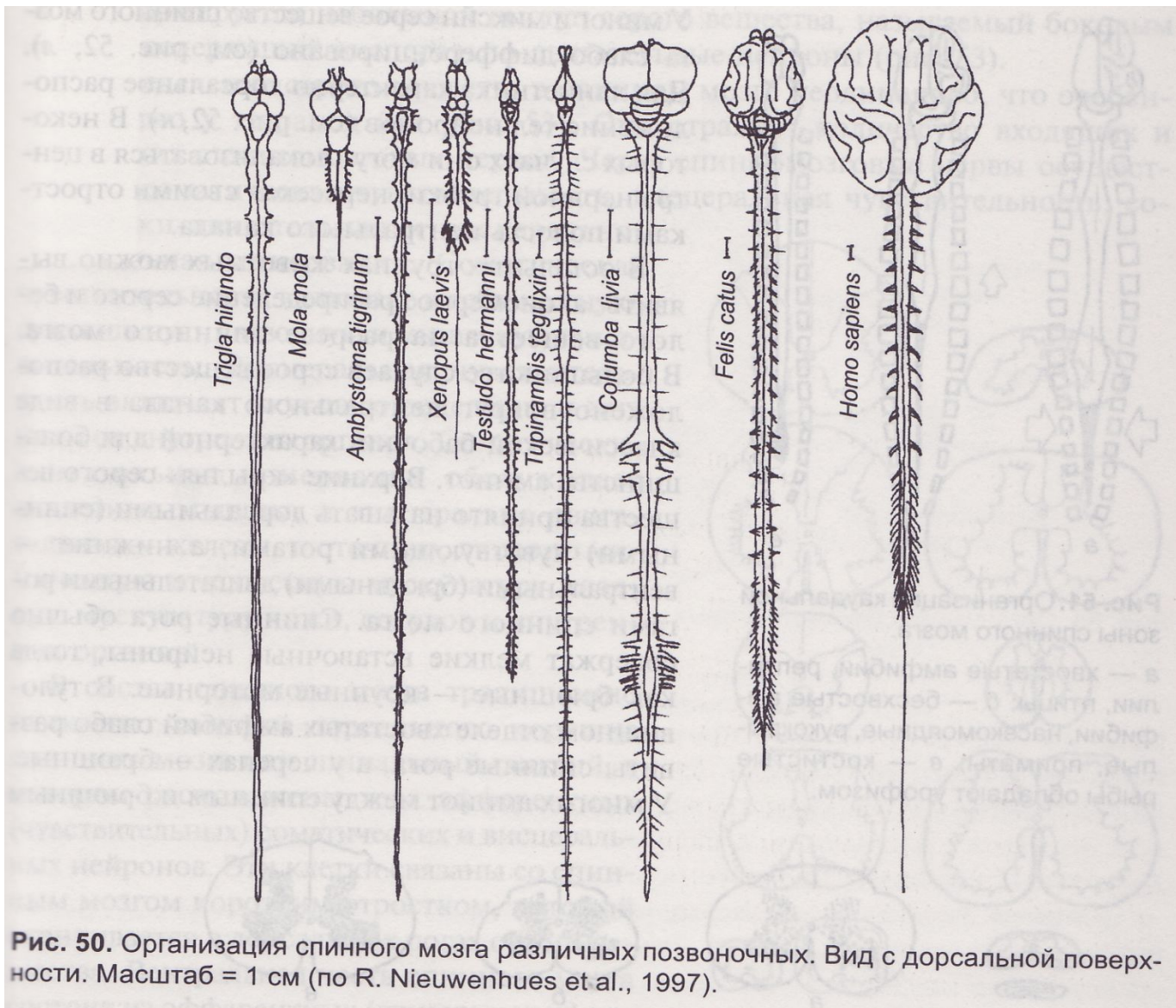


Рис. 50. Организация спинного мозга различных позвоночных. Вид с дорсальной поверхности. Масштаб = 1 см (по R. Nieuwenhues et al., 1997).

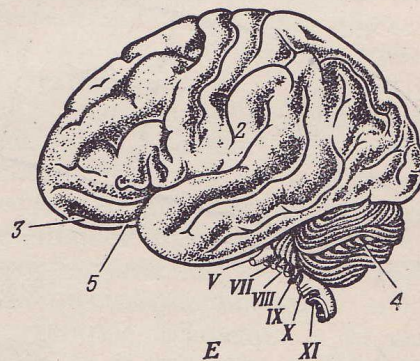
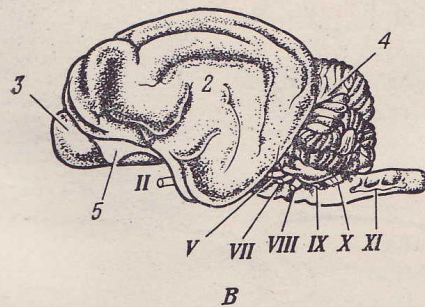
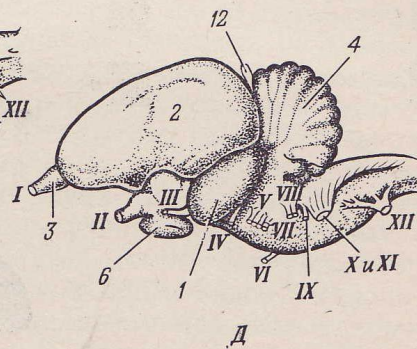
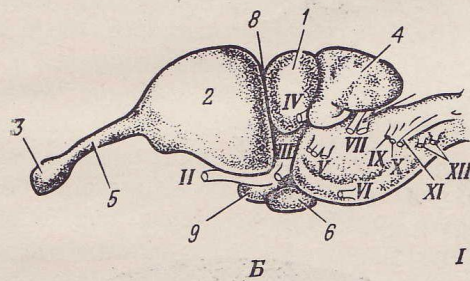
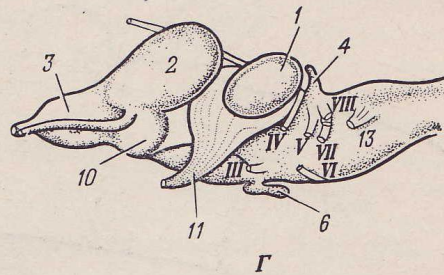
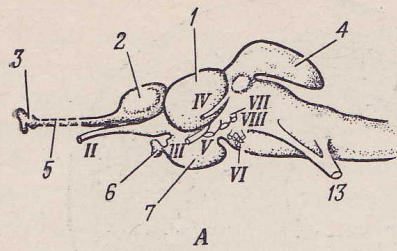


Рис. 15-22. Сравнительная величина областей головного мозга у некоторых позвоночных [625].

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.

