

Тема: Нервная система рыб 1.

- 1. Нервная система ланцетника.
- 2. Нервная система круглоротых.
- 3. Нервная система хрящевых рыб.
- 4. Нервная система костистых рыб.

Общая характеристика НС.2

- Нервная система животного возникла в процессе его эволюции как инструмент, специализированный **на объединении огромного количества структур многоклеточного организма в единое целое.** Важнейшая задача нервной системы заключается в поддержании постоянной связи **животного со средой обитания и поддержании гомеостаза организма,** адекватного изменениям, происходящим во внешней среде. С позиции этологии можно рассматривать нервную систему как аппарат хранения опыта (исторического и личного) и инструмент научения под влиянием стимулов из внешнего мира.

• **Реактивность организма к факторам среды существовала и в донервный период.** Так, у простейших, **например амебы или инфузории туфельки**, существует реактивность по отношению к изменениям среды (температуры, химического состава, освещенности). Однако их реакция на стимул чаще всего избыточно велика. Из-за отсутствия специализированных органов рецепции простейшие вынуждены реагировать на стимул всем организмом, т. е. с позиции многоклеточного животного неадекватно, с чрезмерными затратами энергии и (что не менее важно) времени.

Появление нервной системы в процессе эволюционного развития позволило животным оптимизировать свои отношения со средой обитания, **сделать реакции организма более экономными и биологически более эффективными.** Появление "многоклеточности" неизбежно привело к формированию нервной системы. Для слаженной работы многоклеточного организма химической регуляции недостаточно: она медлительна, требует больших затрат энергии и жестких стабильных условий (рН, температура, содержание кислорода).

• У многоклеточных животных регуляцию физиологических функций осуществляет сложная система ⁴нейрогуморальных механизмов. Гуморальная (химическая) регуляция досталась им от низших форм жизни. Нервная регуляция - собственное эволюционное приобретение многоклеточных, обусловившее быстрое эволюционно-адаптивное развитие многоклеточных животных. Эволюция сохранила химическое звено, поскольку в определенных ситуациях химическая регуляция незаменима. Это прежде всего касается метаболической регуляции, регуляции процессов хранения генетической информации, дифференцировки клеток и тканей.

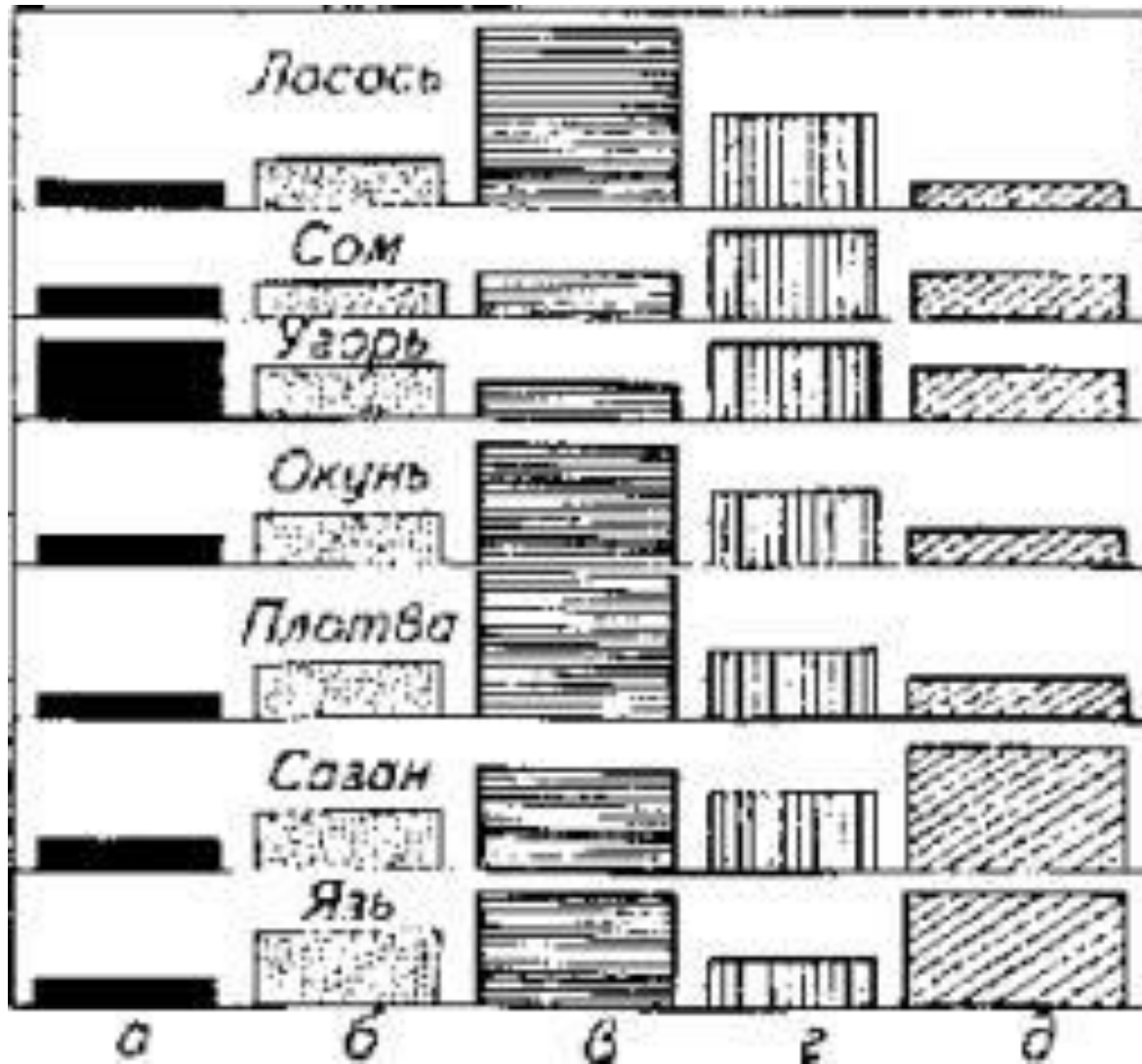
• Основные свойства нервных клеток - **чувствительность, раздражимость и возбудимость** - позволяют нервной системе чутко реагировать на изменения среды, анализировать стимулы, оценивать состояние собственного организма и быстро принимать оптимальные решения при крайне малых затратах энергии. **Нервная система призвана обеспечивать срочную регуляцию.**

И. П. Павлов создал учение о нервизме, в соответствии с которым каждая клетка организма независимо от того, в составе соматического или висцерального органа она находится, является подконтрольной нервной системе. В то же время он подчеркивал, что между гуморальной и нервной регуляцией сохраняется тесная многоуровневая связь даже у высших позвоночных животных. Однако чаще всего в этом гармоничном ансамбле регуляторных механизмов лидирующую позицию занимает нервная

- **Таким образом** , в своем эволюционном развитии нервная система прошла путь от **малоэффективной диффузной** структуры до сложнейшего **трубчатого образования**, строение и функции которого еще долго будут оставаться предметом напряженного изучения человеком.

- Сопоставление размеров головного мозга и всего тела животных показало, что **у рыб головной мозг менее развит, чем у наземных позвоночных**. В ряду рыбы - амфибии - рептилии различия **невелики**. Однако при сравнении головного мозга рыб с головным мозгом птиц и особенно млекопитающих выявляется огромная разница.
Головной мозг рыб отличается **не только размерами, но и уровнем организации**. Он **состоит из заднего, среднего и переднего отделов**. Степень их развития различна и порой зависит не от эволюционного положения рыбы, а от ее экологической ниши. Например, мозжечок более развит у акулы, чем у карася.
Анализ диаграммы доказывает зависимость развития той или иной части головного мозга у костистых рыб от занимаемой ими экологической ниши и этологической характеристики. Так, передний мозг наиболее развит у угря, продолговатый - у сазана и язя. Средний мозг занимает большой удельный вес у активных рыб с острым зрением. У сома более развит мозжечок.

8. Этологический анализ строения головного мозга у костистых рыб



*а - обонятельные луковицы; б - передний мозг; в - средний мозг; г - мозжечок; д - продолговатый мозг
(по М.Никитенко)*

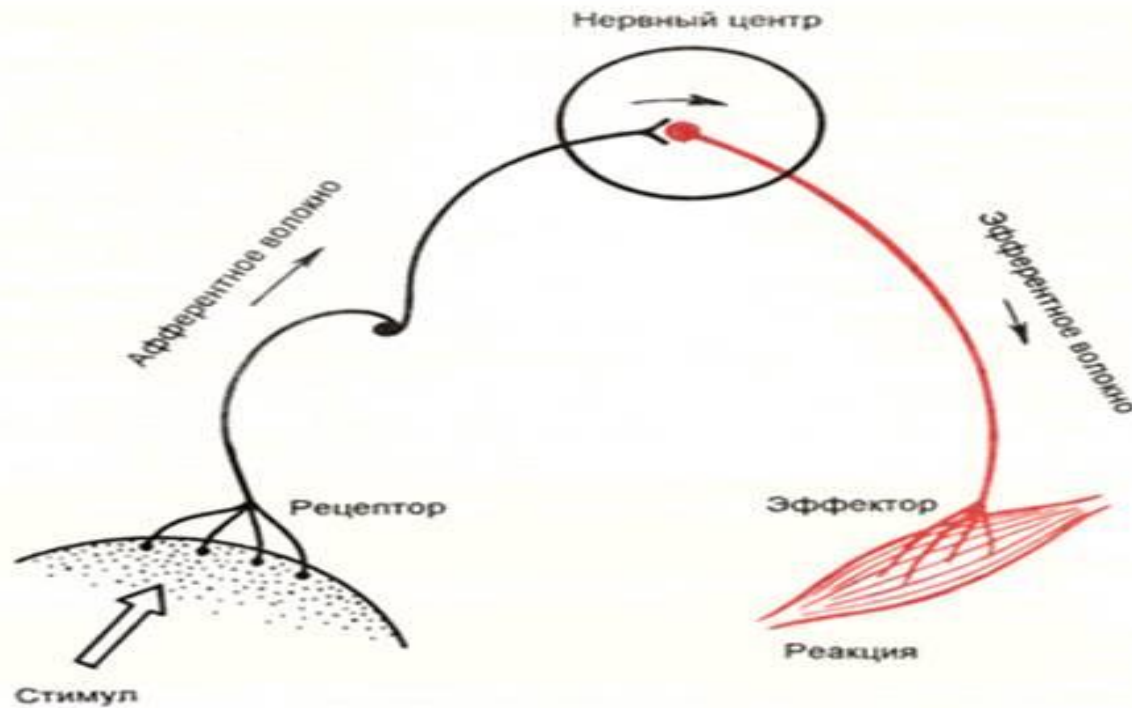
• Фактическое отсутствие **больших полушарий** и **слабое морфологическое обособление промежуточного мозга у рыб** означает перераспределение функций между отделами головного и спинного мозга. Так, высшую интеграционную функцию у рыб выполняют средний, промежуточный мозг, мозжечок и продолговатый мозг. Интегратором сложных локомоторных реакций у рыб является спинной мозг. Необходимо подчеркнуть, что **спинной мозг рыб вообще проявляет большую степень автономности и имеет причастность к регуляции практически всех без исключения функций организма** (локомоторных, висцеральных, метаболических). Единственное, что ускользает от его контроля, это сенсорная **афферентация, афферентный синтез и механизм принятия решений на его основе.**

Глубокому и всестороннему пониманию той или иной физиологической функции помогает **анализ филогенетического развития обеспечивающей эту функцию системы органов.** С этой позиции большой интерес представляет изучение морфофункциональных

• **Нервная система рыбы, как и других животных, обеспечивает согласованную деятельность всех органов и связывает организм с окружающей средой. Нервная система разделяется на центральную - головной и спинной мозг и периферическую - головные и спинные нервы. Нервы головного и спинного мозга в виде белых нитей подходят ко всем органам и мышцам. Различают нервы чувствительные и двигательные. По чувствительным нервам возбуждение проводится от органов чувств и других органов к мозгу, по двигательным нервам возбуждение передается в обратном направлении, т. е. от мозга к органам. Вся центральная нервная система, т. е. головной и спинной мозг, образована телами нервных клеток с их отростками, а периферическая - нервами, отходящими от центральной нервной системы. Нерв - это несколько отростков нервной клетки, одетых в оболочку. Специфической особенностью**

Рефлекторная дуга11

Рефлекторная дуга



Нервная система ланцетника¹²

- **Нервная система ланцетника - яркий пример ароморфоза, обеспечившего качественный эволюционный скачок в развитии животных организмов. Сейчас бесчерепные хордовые представлены единичными видами. Однако в свое время они дали начало такому идеоадаптационному изменению нервной системы, как цефализация (преимущественное развитие головного мозга с последующей дифференциацией), позволившему сохраниться и дойти до наших дней целому классу водных животных.**

Что представляет собой нервная система ланцетника?

Эмбриогенез ланцетника свидетельствует о том, что

центральная нервная система позвоночных животных

- **13. Однако при рассечении тела ланцетника пополам только передняя половина сохраняет реактивность к механическим раздражителям. Задняя половина утрачивает чувствительность и подвижность. Таким образом, головной конец мозга оказывает регулирующее влияние, по крайней мере, на двигательные рефлексы ланцетника. Собственно нервных центров в мозге ланцетника не обнаружено. Их функции выполняют гигантские нервные клетки, которые располагаются в областях между 6-м и 11-м сегментами, а также между 39-м и 61-м сегментами. Указанные сегменты имеют по одной гигантской клетке. От нее отходит толстое волокно, которое тянется через**
- **Интересно, что мозг ланцетника проявляет высокую чувствительность к свету. Гистологические исследования мозга выявили большое количество глазков, состоящих из пары клеток: крупной ганглиозной и покрывающей ее пигментной клетки. Светочувствительные глазки располагаются вдоль всего нервного тяжа, причем их концентрация в головном и каудальном участках мозга выше чем в центральной части**

14 Периферическая часть нервной системы ланцетника образована соматическими и вегетативными нервами и сплетениями. От нервного тяжа отходят 62-64 пары нервов, обеспечивающих сегментарный характер иннервации мышц. Эфферентные волокна нервов заканчиваются на мышцах особыми образованиями - концевыми конусами.

Внутренние органы иннервируются от дорзальных корешков. Трубчатые органы имеют нервные сплетения диффузного характера.

Следует отметить, что не только морфологически, но и функционально нервная система ланцетника уступает нервной системе черепных рыб (по чувствительности, скорости ответов и сложности нервных процессов). Однако ее можно принять за начальный этап цефализации нервной системы

15 Нервная система круглоротых

- **Промежуточное положение** между примитивной нервной системой бесчерепных и развитой системой черепных рыб занимает нервная система круглоротых. У миног и миксин наблюдается дифференцирование головного и спинного мозга. Головной мозг у круглоротых достаточно примитивен. В нем уже можно выделить передний, средний и задний отделы. Для круглоротых уже применимо понятие "нервный центр" как совокупность нейронов, отвечающих за определенную функцию. Однако для круглоротых все еще характерна высокая **степень диффузности мозга**. В мозге круглоротых выявлены примитивные нисходящие проводящие пути, начало которых лежит в продолговатом мозге. Их основу составляют гигантские клетки, появившиеся у ланцетника.

У круглоротых можно найти хотя и примитивные

16. ГОЛОВНОЙ МОЗГ МИКСИНЫ



Таким образом, на стадии круглоротых эволюция совершает существенный шаг вперед по пути **цефализации** нервной системы

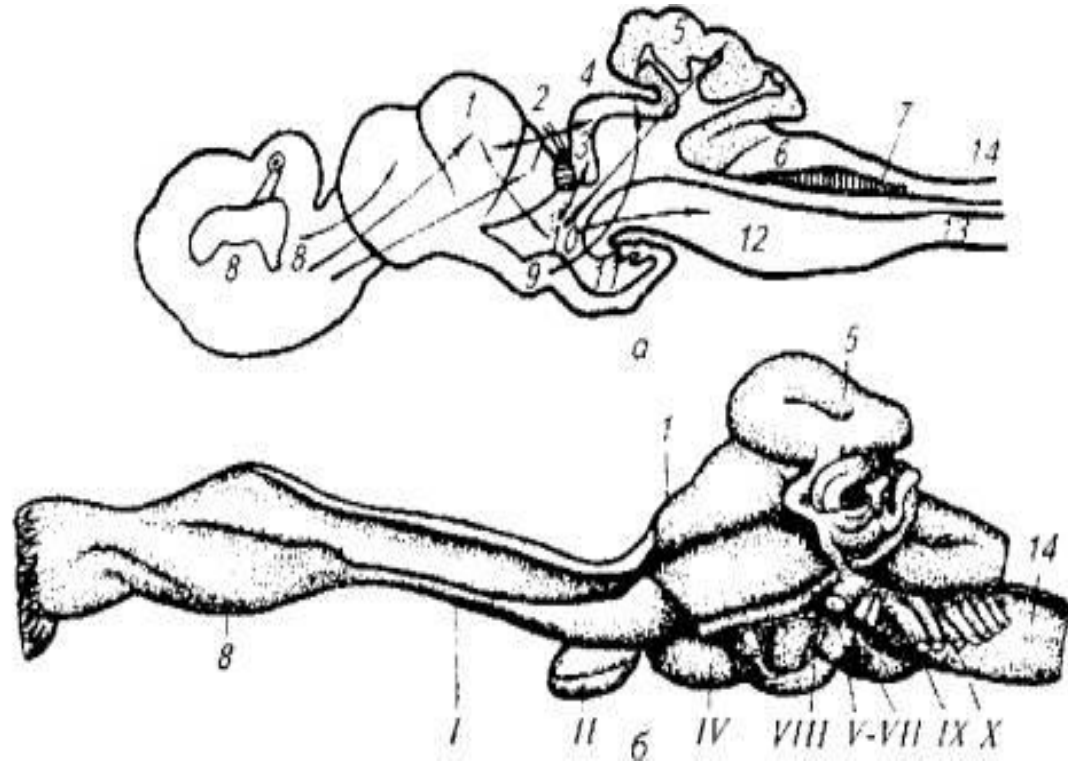
Дифференциация отделов головного мозга вызвана скорее всего развитием сенсорных систем у рыб. Если у ланцетника отсутствует дифференциация мозга на головной и туловищный отделы при отсутствии сенсорных органов, то у круглоротых уже имеется сильно развитый передний мозг, обслуживающий афферентный анализ и синтез ольфакторной сенсорики. Средний мозг развит слабо, поскольку

: 1 - обонятельный нерв; 2 - передний мозг; 3 - средний мозг; 4-5- продольный мозг; 6 - спинной мозг; римскими цифрами обозначены головные нервы

17 Нервная системы хрящевых рыб

- У хрящевых рыб (акулы, скаты, химеры) есть три группы хорошо развитых сенсорных органов: химической рецепции, фоторецепции и органы акустико-латеральной системы. Соответственно происходит дифференциация головного мозга на три хорошо различимых отдела: передний (обонятельная луковица и обонятельная доля), средний (зрительные бугры) и задний (продолговатый мозг, мозжечок - отделы, собирающие афферентацию с органов акустико-латеральной системы). Степень развития того или иного отдела головного мозга отражает экологическую роль соответствующего сенсорного комплекса .
Определяющее значение в дифференциации головного мозга и всей центральной нервной системы имеют экологические факторы, что будет показано на примере

18 Строение мозга хрящевых рыб



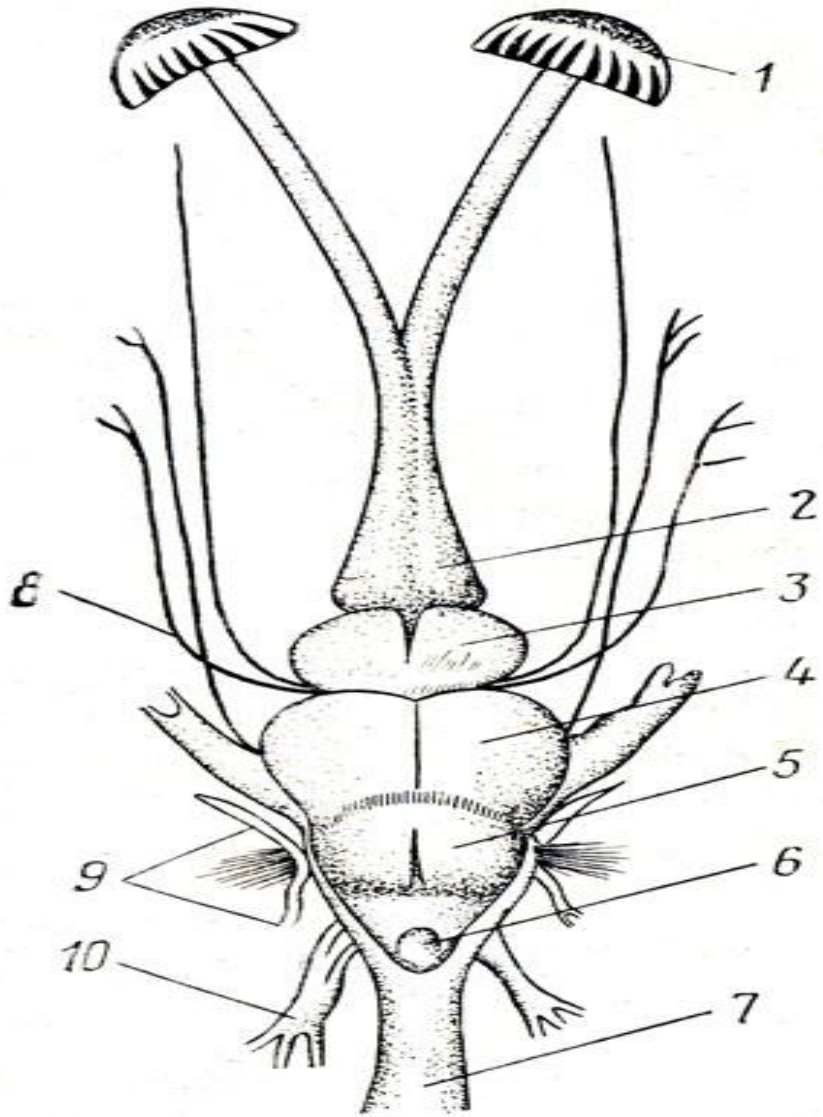
Существенный скачок в развитии нервной системы (ароморфоз, или идеоадаптация) появляется с выходом на сушу и приобретением животными гомойотермии.

а - акула; 6- химера; 1-передний мозг; 2- эпифиз; 3- габенулярный узел; 4-средний мозг; 5- мозжечок; 6, 7, 12- центры акустико-латеральной системы; 8 - обонятельная луковица; 9, 10,11 - структуры промежуточного мозга; 13 -- продолговатый мозг; 14- спинной мозг; римскими цифрами обозначены головные нервы

19 Нервная система костистых рыб

- Головной мозг рыб довольно примитивен, имеет линейное расположение своих частей. **Он состоит из пяти основных отделов:** передний мозг (у высших животных называемый полушариями большого мозга), промежуточный мозг, средний мозг, мозжечок и продолговатый мозг. Продолговатый мозг переходит в спинной, расположенный в верхних дугах позвоночника. Промежуточный мозг имеет вырост, называемый гипофизом. **Впрыскивание созревающим самкам рыб экстракта гипофиза чрезвычайно ускоряет созревание икры и применяется с этой целью в промышленном рыбоводстве.** Гипофиз - железа внутренней секреции. Передний мозг является центром обоняния

20Строение головного мозга окуня



1 - носовая капсула; 2 - обонятельные доли; 3 - передний мозг; 4 - средний мозг; 5 - мозжечок; 6 - продолговатый мозг; 7 - спинной мозг; 8 - глазничная ветвь; 9 - слуховой нерв; 10 - блуждающий нерв

2. Промежуточный мозг выполняет функции переключателя возбуждений, идущих из всех частей мозга, связанных с ним. **Средний мозг** является центром зрительных нервов. У костистых Рыб он сильно развит и состоит из массивного основания и крышки, которая разделена **на два полушария - зрительные доли**. **Мозжечок** является регулирующим аппаратом для координации движения. У костистых рыб он хорошо развит, особенно у быстро плавающих. **Продолговатый мозг** соединяет различные центры со спинным мозгом. В нем залегает наиболее важный жизненный центр - дыхательный. Центр слуха и осязания также находится в продолговатом мозгу. Относительная величина этих отделов соответствует роли различных чувств в жизни рыбы, и внешний вид мозга позволяет судить об образе жизни рыбы.

- **От головного мозга отходят 10 пар нервов:** обонятельный, зрительный, глазодвигательный, блоковый, тройничный, отводящий, лицевой, слуховой, языкоглоточный и блуждающий.

• **Спинной мозг** представляет собой длинную