

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РФ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Красноярский государственный педагогический университет им. В.П.
Астафьева»
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Факультет биологии, географии и химии
Выпускающая кафедра биологии, химии и экологии

Долгих Екатерина Алексеевна
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**Амфибии как модельный объект на уроках в общеобразовательных
учреждениях**

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование
Направленность (профиль) образовательной программы: Биология и химия

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой:
д.б.н., профессор Антипова Е.М.

(дата,подпись)
Научный руководитель:
к.б.н., доцент Городилова С.Н.

Дата защиты:

Обучающийся:
Долгих Е.А.

Оценка _____

Красноярск, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	3
ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕМНОВОДНЫХ, КАК ПЕРВЫХ НАЗЕМНЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ.....	6
1.1. Характеристика Земноводных и видовые очерки фоновых видов Средней Сибири	6
1.2. Сравнение анатомо-физиологических и поведенческих адаптаций амфибий в процессе онтогенеза	13
ГЛАВА 2. СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО КУРСА ПО РАЗДЕЛУ «АДАПТАЦИИ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ К НАЗЕМНО- ВОЗДУШНОЙ И ВОДНОЙ СРЕДАМ ЖИЗНИ».....	40
2.1. Анализ содержания школьного курса биологии по теме «Амфибии»...	40
2.2. Содержание интерактивного курса по изучению адаптаций к наземно- воздушной и водной средам жизни на примере амфибий.....	51
ВЫВОДЫ.....	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	68

Введение

В девонском периоде, более 350 млн. лет назад, от остеолепиформных рипидистий произошли первые амфибии (Amphibia). Появление класса земноводных - крупный шаг на пути эволюции позвоночных, так как его представители первыми вышли на сушу. Это сыграло большую роль в усложнении строения всех систем органов. Можно сказать, что амфибии были пионерами во всём, что касалось жизни в воздушной среде. Информация о развитии жизни на Земле вызывает интерес у учащихся, но усвоение данного материала часто остается на стадии восприятия и представления.

Наиболее полным изучение эволюции живых организмов в школьной программе может быть на примере класса земноводных, так как амфибии являются промежуточным классом между водными организмами и полностью освоившими сушу. Земноводные в своем строении и физиологии объединили как черты первичноводных (откладывание икры в воде, дыхание жабрами и через кожу и пр.), так и особенности наземных позвоночных (наличие функционирующих легких, пятипалая конечность). Поэтому этот класс выделяют в отдельную группу, которая выполняет роль переходного звена между водной и наземной средой обитания и демонстрирует вероятностный путь освоения наземно-воздушной среды. На уроках в общеобразовательных учреждениях раскрывается вопрос о происхождении амфибий, показывается возможный путь их исторического развития, что имеет большое значение в формировании научно-материалистического мировоззрения школьников, но как правило, времени для изучения данной темы в школьной программе отводится крайне мало.

Одной из задач образования на сегодня является формирование у учащихся мышления, навыков самостоятельного усвоения. Решение этой задачи не представляется возможным без широкого использования новых информационных технологий. Такое понятие, как дистанционное обучение в настоящее время прочно укрепилось как один из вариантов обучения на

расстоянии, при котором учащиеся могут самостоятельно, не менее качественно изучить материал.

Поэтому разработка интерактивного курса на тему: «Адаптации позвоночных животных к наземно-воздушной среде», на примере амфибий как модельной группы, в яркой, познавательной и продуктивной форме является важной задачей практической части данной выпускной квалификационной работы.

Цель: Изучение амфибий, как модельной эволюционной группы на уроках биологии в общеобразовательных учреждениях.

Задачи:

1. Изучить видовой состав земноводных на территории Средней Сибири;
2. Показать анатомо-физиологические адаптации амфибий на разных жизненных стадиях в различных средах обитания;
3. Разработать и апробировать в образовательной среде интерактивный курс по разделу «Адаптации позвоночных животных к наземно-воздушной и водной средам обитания».

Объект исследования: амфибии, как первые наземные позвоночные животные.

Предмет исследования: анатомо-физиологические адаптации амфибий к водной и наземно-воздушной среде.

Апробация работы: Выпускная квалификационная работа была представлена на:

1. XXII Международном научно-практическом форуме студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века», диплом II степени (приложение 3);
2. Публикация статей:

- Долгих Е.А. Интерактивный курс, как один из методов при объяснении этапов морфофизиологического прогресса, на примере класса Амфибии (Amphibia)//Современные биоэкологические исследования Средней Сибири: материалы научно-практической конференции «БИОЭКО» в рамках XXIII Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века» Красноярск, 2022 г. [Электронный ресурс]/ отв. ред. Е.М. Антипова; ред. кол. Электрон. дан /Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2022 (в печати);
 - Гоманец О.Р., Гоманец А.С., Долгих Е.А. Видовое разнообразие, численность амфибий (Amphibia) северных лесостепей Средней Сибири//Современные биоэкологические исследования средней сибирии: материалы Международной научно-практической конференции «Биоэкологические и географические исследования на территории Средней Сибири» и научно-практической конференции «БИОЭКО». Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2021. С. 36-39.
- 3.** Апробация разработанного интерактивного курса «Анатомо-физиологические адаптации амфибий к разным средам обитания» прошла на базе МАОУ Лицей №7 им. Героя Советского Союза Б.К. Чернышева с учащимися 7 класса. Результаты апробации представлены в рамках данной исследовательской работы.

ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕМНОВОДНЫХ КАК ПЕРВЫХ НАЗЕМНЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ

1.1. Характеристика Земноводных и видовые очерки фоновых видов Средней Сибири

В зависимости от приспособлений к среде обитания хордовых животных разделяют на две большие группы (блока): Anamnia – первичноводные; Amniota – позвоночные наземно-воздушной среды

обитания

[Баранов,

Банникова,

Найман,

2020].

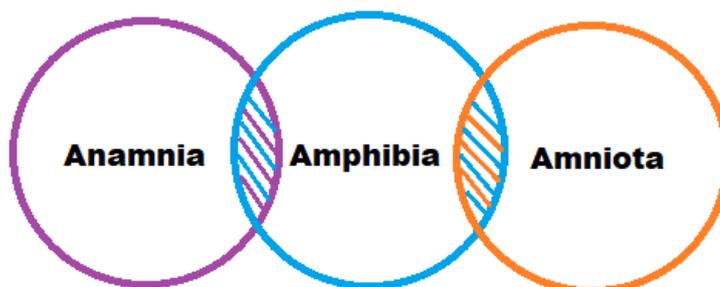


Рисунок 1 –Классификация хордовых животных в зависимости от среды обитания и особенностей морфофункциональной организации

Земноводные в своем строении и физиологии объединили как черты первичноводных (откладывание икры в воде, дыхание жабрами и через кожу и пр.), так и особенности наземных позвоночных (наличие функционирующих легких, пятипалая конечность). Поэтому этот класс выделяют в отдельную группу, которая выполняет роль переходного звена

между водной и наземной средой обитания и демонстрирует вероятностный путь освоения наземно-воздушной среды.

Таблица 1 - Сравнение морфофункциональной организации первичноводных и наземных хордовых животных [Баранов, Банникова, Найман, 2020]

Anamnia (Первичноводные)	Amniota (Наземные)
Живут в воде	Живут на суше
Дышат жабрами и кожей	Дышат легкими
Плавниковый тип конечностей	Пятипалые конечности рычажного типа
Развиты сейсмочувствительные органы	Органы – боковая линия не развивается
Не образуются зародышевые оболочки	Формируются зародышевые оболочки
Зародыш развивается в воде	Зародыш развивается в воде. Яйцо на суше

Земноводные, или амфибии, - первые наземные позвоночные, еще сохранившие значительные связи с водной средой.

Земноводные занимают особое место среди других животных, так как представляют собой первых и наиболее просто организованных наземных позвоночных. Несовершенство приспособлений к жизни на суше сказывается у амфибий во всех системах органов. Температура их тела зависит от температуры и влажности окружающей среды; они отличаются ограниченными возможностями распространения, передвижения и ориентации на суше. Примитивность амфибий как наземных животных особенно ярко выражена в том, что их яйца лишены оболочек, защищающих их от высыхания, и, как правило, не могут развиваться вне воды. В связи с этим у земноводных развивается личинка, обитающая в воде. Развитие протекает с превращением (метаморфоз), в результате которого водная личинка превращается в животное, обитающее на суше [Банников, 1969].

Земноводные - самый малочисленный класс позвоночных, включающий лишь около 2100 современных видов, представленных тремя отрядами: хвостатых, безногих и бесхвостых.

Отряд Бесхвостые - Anura

Содержат наибольшее число - около 1800 - видов, приспособившихся к передвижению по суше прыжками при помощи удлинённых задних конечностей. Сюда относятся различные лягушки, жабы, чесночницы, жерлянки, квакши и т.п. Распространены бесхвостые по всем материкам, кроме Антарктиды. Туловище у них короткое, шея не выражена, хвоста нет, парные конечности хорошо развиты, причем задние конечности в два-три раза больше передних и служат для характерного передвижения прыжками [Банников, Даревский, Рустамов, 1971].

Отряд Хвостатые земноводные - Urodela или Caudata

Хвостатых земноводных относительно немного - около 280 видов. Все хвостатые амфибии характеризуются тем, что имеют удлинённое туловище, переходящее в хорошо развитый хвост. Передние ноги имеют от 3 до 4, задние - от 2 до 5 пальцев. У некоторых конечности вторично почти исчезли (амфиума) или задняя пара их совсем отсутствует (сирен). Большинство хвостатых ползает или плавает, змееобразно изгибая тело. Только немногие наземные саламандры могут быстро бегать, подобно ящерицам, или даже делать прыжки. При плавании конечности прижимаются к телу и не принимают участия в движении.

Отряд Безногие - Aroda

В этот отряд объединяют примерно 55 видов тропических червяг, большинство из которых ведет подземный образ жизни. По-видимому, это очень древние земноводные, дожившие до наших дней благодаря приспособленности к роющему образу жизни.

Если затронуть региональный компонент и провести анализ видового разнообразия на территории Средней Сибири, то можно представить следующие данные: На территории некоторых изучаемых районов Северной лесостепи Средней Сибири были обнаружены представители вида бесхвостых и 2 вида хвостатых амфибий. Ее состав включает элементы

нескольких фаунистических комплексов: сибирские виды (сибирский углозуб, сибирская лягушка), европейские виды (обыкновенный тритон, серая жаба, остромордая лягушка, озерная лягушка) [Баранов, Городилова, 2015].

В Красную Книгу Красноярского края (2012 г) занесены *Triturus vulgaris*, *Pelophylax ridibunda*, *Rana amurensis* [Баранов, Савченко, 2012].

Сибирский углозуб – *Salamandrella keyserlingii* Dybowski, 1870. Обладает самым обширным ареалом среди всех видов земноводных.

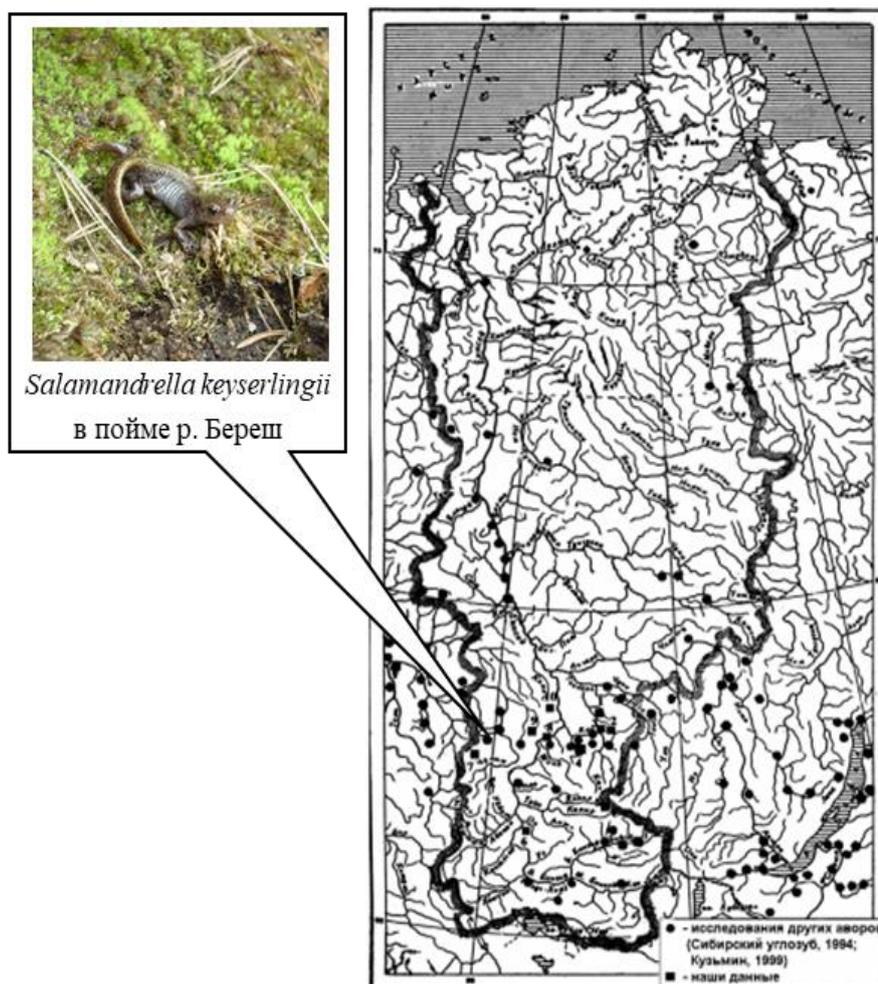


Рисунок 2 – Распространение Сибирского углозуба на территории Средней Сибири в пойме р. Береш, 2020 г.

Обыкновенный тритон – *Lissotriton vulvaris* Linnaeus, 1758. Имеет общий ареал в пределах бореальных лесов Евразии. Численность, как и фактические находки данного вида, крайне мала. Является одним из амфибий, входящих в

состав Красной Книги Красноярского края. Место обнаружения – пойма р. Берешь - 55.623167, 89.110487.

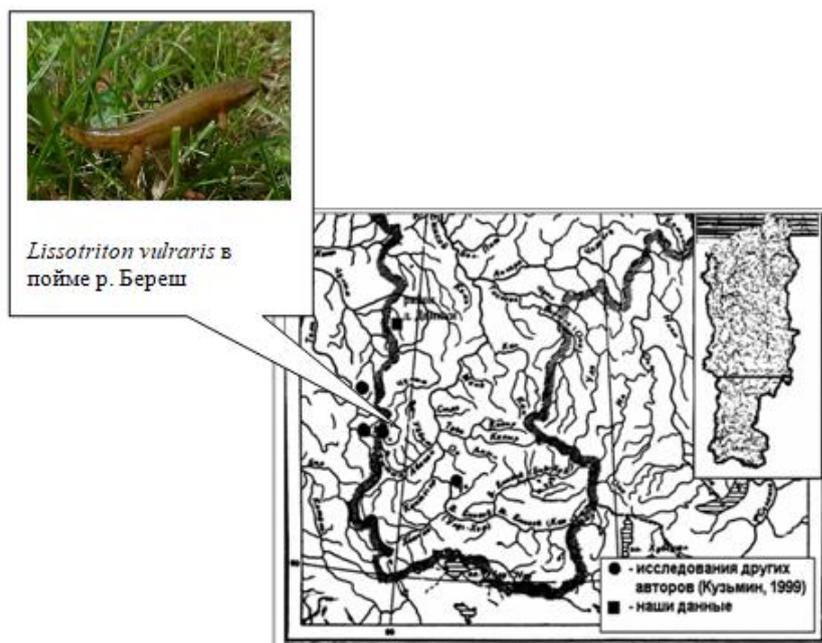


Рисунок 3 - Размещение обыкновенного тритона в Средней Сибири и сопредельных территориях в пойме р. Береш, 2020 г.

Озерная лягушка – *Pelophylax ridibunda* Pallas, 1771.

На территории лесостепи Средней Сибири данный вид распространяется по руслу и притокам р. Чулым. Озерная лягушка использует довольно широкий спектр биотопов: населяет различные проточные и сточные воды от мелких луж до крупных рек и водохранилищ [Баранов, Городилова, 2015].

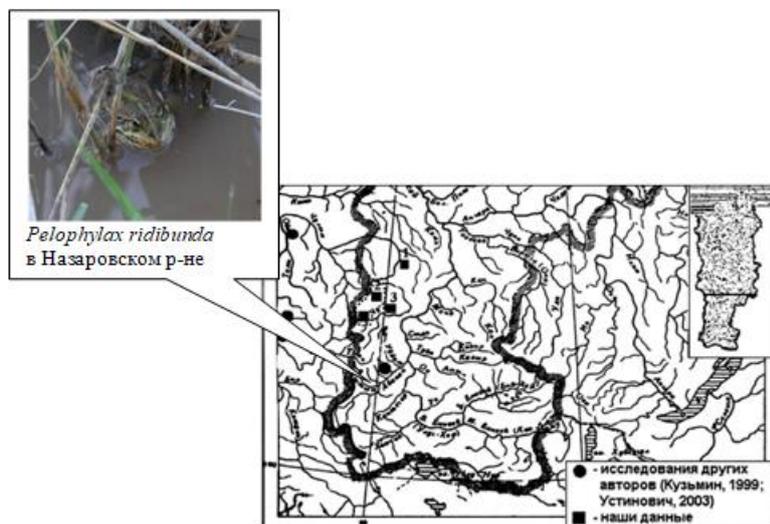


Рисунок 4 - Размещение Озерной лягушки в Средней Сибири и сопредельной территории,
Озерная лягушка в искусственном озере в Назаровском р-не, 2020 г

Филогения земноводных

Земноводные возникли в нижнем или среднем девоне, то есть не менее 300 млн лет назад. Их предками были рыбы со светлыми парными плавниками, из которых могли развиваться пятипалые конечности. Таким требованиям отвечают древние кистепёрые рыбы. У них есть легкие, а в скелете их парных плавников отчетливо обнаруживаются элементы, гомологичные частям скелета пятипалой наземной конечности.

О том, что предками земноводных действительно были древние кистеперые рыбы, свидетельствует и поразительное сходство костей их черепов с костями черепа палеозойских амфибий. Как и у земноводных, у кистеперых рыб были обнаружены как верхние, так и нижние ребра. Напротив, двоякодышащие рыбы, у которых тоже есть легкие, во многом сильно отличаются от земноводных. Таким образом, предки земноводных приобрели особенности дыхания и движения, позволяющие обитать на суше, оставаясь при этом настоящими водными позвоночными. [Банников, 1969]. Причиной возникновения этих приспособлений, видимо, был особый режим пресных водоемов, в которых жили некоторые кистеперые рыбы, - периодическое пересыхание их или бедность кислородом. Однако ведущим биологическим фактором, определившим разрыв предков земноводных с водоемом, закрепление их на суше, были новые кормовые возможности, найденные ими в новой среде обитания.

Переходными формами между ними и современными амфибиями были ископаемые формы — стегоцефалы, существовавшие в каменноугольном, пермском и триасовом периодах (рис.5). Эти древнейшие земноводные, судя по костям черепа, были чрезвычайно сходны с древними кистеперыми рыбами. Характерные признаки их: панцирь из кожных костей на голове, боках и животе; спиральный клапан кишок, как у акулых рыб, отсутствие тел позвонков [Наумов, 1973].



Рисунок 5 - Стегоцефалы — переходная форма между кистеперыми рыбами и земноводными

1.2 Сравнение анатомо-физиологических и поведенческих адаптаций амфибий в процессе онтогенеза

Земноводные, как переходное звено, были взяты в этом исследовании за модельную эволюционную группу. Причиной этого является сходство с первичноводными животными и позвоночными животными, освоившими наземно-воздушную среду. Анализ этих сходств и различий будет рассмотрен, в том числе и на головастиках амфибий, которые сохранили в своем строении особенности, свойственные рабам. В данной главе проведен сравнительный анализ строения головастиков и взрослых особей, чтобы показать, что именно амфибии являются наиболее удобной группой при изучении эволюции позвоночных животных.

Как известно, дорогу земноводным к суше проложили кистеперые рыбы, но земноводные были первооткрывателями во всем, что касалось воздушной и наземной жизни. Условия жизни в этих средах различны. Прежде чем рассматривать приспособления земноводных к наземно-воздушной среде, рассмотрим общую таблицу, характеризующую эти среды.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика показателей сред обитания амфибий

Характеристика среды обитания	Вода	Суша
1. Плотность среды	Высокая	Невысокая
2. Доступность кислорода	Количество кислорода относительно невелико и может изменяться в зависимости от условий	Кислород – составная часть воздуха, его количество постоянно, а доступность неограниченна
3. Вес тела в среде	Сила тяжести уравнивается архимедовой силой	Вес тела определяется силой тяжести
4. Испарение с поверхности тела	Испарения нет – избыток влаги	Существенное испарение, особенно при высокой температуре
5. Температурный режим	Колебание температуры в ограниченных пределах	Существенные колебания температуры
6. Прозрачность среды (видимость)	Небольшая	Большая

Сравним две кардинально разные среды жизни – водную и наземно-воздушную:

– во-первых, концентрация кислорода в последней постоянна и высокая: в одном литре воздуха содержится 210 мл O_2 , что в 20 раз превышает водные показатели;

– во-вторых, скорость диффузии в воздушной среде в 10000 раз выше, чем в водной, поэтому усвоение кислорода не требует дополнительных приспособлений;

– в-третьих, плотность воздуха более, чем в 700 раз ниже, чем воды, поэтому его вентиляция через органы дыхания требует меньших энергозатрат.

Исходя из характеристики сред, представленных в таблице, можно сделать вывод, что в каждой из них есть свои условия, и чтобы приспособиться к этим условиям, земноводные претерпевают изменения в строении внутренних и внешних органов, а также в физиологической структуре организма [Баранов, Банникова, Найман, 2020].

Переход позвоночных от водного образа жизни к наземному и появление амфибий сопровождалось появлением двух решающих приспособлений: дыхания атмосферным кислородом и передвижения по твердому субстрату. Иными словами, жаберное дыхание должно было смениться легочным, а плавниковидные конечности - пятипалыми, представляющими собой рычаг, служащий для удержания тела на твердом субстрате. Параллельно изменялись и другие системы органов: покровы, кровообращение, органы чувств, нервная система. Далее рассмотрим, как преобразовывалась каждая система в отдельности.

Покровы земноводных земноводных выполняют роль дополнительного органа дыхания и поэтому отличаются рядом особенностей. Их кожа способствует свободному газообмену в кровеносных сосудах, создавая густую сеть. Поскольку обмен газов между телом и окружающей средой происходит только через водную пленку, кожа земноводных постоянно увлажняется слизью, вырабатываемой многочисленными железами.

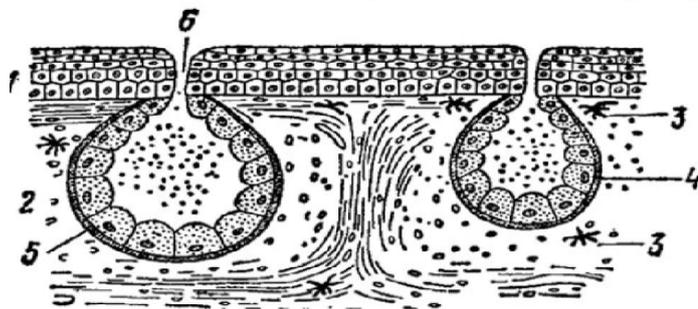


Рисунок 6 - Схема разреза через кожу амфибий 1 – эпидермис, 2 -кориум, 3 – пигментные клетки, 4 – железистые клетки, 5 – мускульная оболочка кожной железы, 6 – выводной проток железы

Что нового можно выделить в морфофункциональной организации опорно-двигательного аппарата амфибий? Во-первых, стоит обратить внимание на кожу. Она гладкая, обильно насыщена сетью капилляров (н для обменных процессов: водно-солевого обмена, газообмена и др.). Кроме того, кожа богата железами: выделяемая ими слизь покрывает все тело, увлажняя кожу и предохраняя ее от пересыхания, что обеспечивает участие кожи в

газообмене. Около 65% всего кислорода проходит через влажную кожу. У тех представителей, которые обитают в засушливых зонах (например, жабы), эта слизь способна при высыхании образовывать плотную пленку, уменьшающую потери воды из организма. У некоторых видов лягушек (например, древесных лягушек) и саламандр кожные железы могут превратиться в ядовитые, тем самым повышают защиту [Баранов, Банникова, Найман, 2020].

Опорно-двигательная система.

Наземно-воздушная среда представила обитателям водоемов совершенно новые и необычные природные условия: резкие перепады температур, сильное испарение, очень малая плотность среды, большая сила тяжести и др. Гравитация делает невозможным движение любого водного животного, а сильное испарение вызовет высыхание клеток эпидермиса, что остановит их жизнедеятельность (в этих клетках без воды остановятся все обменные процессы). Чтобы приспособиться и выдержать все «вызовы» новой среды, первым амфибиям необходимо было укреплять и совершенствовать свой опорно-двигательный аппарат. [Баранов, Банникова, Найман, 2020].

Поэтому для характеристики прогрессивной эволюции этой системы необходимо рассмотреть класс Земноводных, как переходное звено между водной и наземно-воздушной средами обитания

Самое главное, что нужно было изменить, чтобы получить право называться настоящими тетраподами, — это конечности. Так же и при выходе земноводных на сушу возникла проблема с действием силы тяжести и необходимостью поддерживать их тело над землей. В результате скелет существенно изменился во всех его отделах (рис. 7). Самое главное, на что следует обратить внимание, это появление двух новых отделов позвоночника: шейного и крестцового. Череп амфибий очень широкий, что отчасти связано с особенностями их дыхания. Нижняя челюсть, как и у костных рыб, состоит из нескольких костей. Позвоночный столб у

бесхвостых очень короткий и заканчивается длинной косточкой - уростилем, который образовался из рудиментов (органов, утративших свои функции) хвостовых позвонков. У хвостатых земноводных этот отдел позвоночного столба состоит из ряда позвонков. У этих амфибий значительную роль в движении играет хвост: в воде он служит для плавания, а на суше — для сохранения равновесия. Ребра развиты слабо (у хвостатых амфибий) или редуцированы, а их остатки срослись с поперечными отростками позвонков (у других амфибий). У древних амфибий были ребра. Их уменьшение в современных формах объясняется необходимостью облегчения массы тела (увеличивавшейся при переходе из водной среды в наземно - воздушную). Вследствие редукции ребер у земноводных нет грудной клетки. Первый позвонок устроен иначе, чем у рыб: он имеет две суставные впадины для сочленения с двумя затылочными мышцелками черепа, благодаря чему голова земноводных стала подвижной.

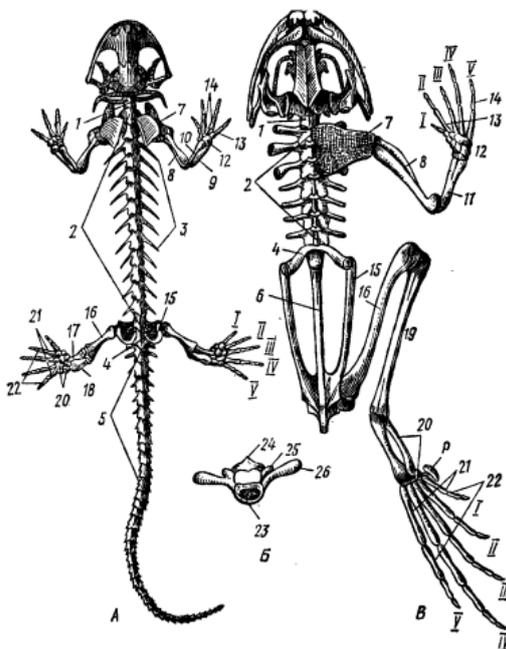


Рисунок 7 - Скелет саламандры (А) и лягушки (В):

1 – шейный позвонок, 2 – туловищные позвонки, 3 – ребра, 4 – крестцовый позвонок, 5 – хвостовые позвонки, 6 – уростиль, 7 – пояс передних конечностей, 8 – плечо, 9 – локтевая кость, 10 – лучевая кость, 11 – сросшиеся лучевая и локтевая кости, 12 – запястье, 13 – пясть, 14 – фаланги пальцев, 15 – кости тазового пояса, 16 – бедро, 17 – большая берцовая

кость, 18 – малая берцовая кость, 19 – сросшиеся малая и большая берцовые кости, 20 – предплюсна, 21 – плюсна, 22 – фаланги пальцев, 23 – тело позвонка, 24 – верхняя дуга .

Скелет передней конечности состоит из плечевой кости, двух костей предплечья — лучевой и локтевой, костей запястья, пястных костей и фаланг пальцев. Скелет задней конечности состоит из бедра, двух костей голени — большой берцовой и малой берцовой, костей предплюсны, плюсневых костей и фаланг пальцев. Следовательно, сходство в строении обеих пар конечностей, несмотря на некоторые различия в их функциях, очень велико. Первоначально передние и задние ноги были пятипалые, у современных земноводных число пальцев может быть меньшим. Задние конечности у многих бесхвостых амфибий служат и для плавания, в связи с чем они удлиннились, а пальцы соединились плавательными перепонками. Пояса конечностей развиты значительно лучше, чем у рыб. Плечевой пояс состоит из костных и хрящевых элементов: лопатки надлопаточного хряща, ключицы, прокоракоидного хряща и коракоида (парная кость, входящая в состав первичного, плечевого пояса позвоночных) или вороньей кости. Ключицы и коракоиды соединены с грудиной, в состав которой тоже входят костные и хрящевые элементы. Головка плеча сочленяется с плечевым поясом. Задний пояс конечностей (таз) состоит из трех костей: подвздошной, лобковой и седалищной. Образуемая этими костями большая вертлужная впадина служит для сочленения с головкой бедра. Таз соединен с одним позвонком — крестцовым, благодаря чему задние ноги в отличие от брюшных плавников рыб получили довольно прочную опору. Мышечная система также обрела в своем строении определенные усложнения [Наумов, Карташев, 1979].

В связи с развитием у земноводных ног, состоящих из многих костей, усложнением поясов конечностей, появлением подвижного соединения головы с туловищем, разделением позвоночника на отделы, изменения способов дыхания, захвата пищи и других приспособлений к жизни на суше, мышечная система претерпела значительную перестройку и стала

значительно разнообразнее по сравнению с той же системой рыб. У рыб основная масса состояла из множества подобных мышечных сегментов.

У земноводных появляются разные группы мышц: мышцы ног (например, бедренные, икроножная, малоберцовая, предплюсневые, сгибатели и разгибатели), мышцы, соединяющие ноги с поясами конечностей (например, грудная, дельтовидная, ягодичная и др.), мышцы, изменяющие объем ротовой полости (подчелюстная, подъязычная и др.), а также многие другие. Таким образом, у земноводных были заложены основы той мышечной системы, которая потом развивалась, усложнялась и подвергалась дальнейшей дифференциации у вышестоящих позвоночных — рептилий, птиц и млекопитающих. Однако у амфибий как низших наземных позвоночных сохранились следы метамерной (сегментированной) мускулатуры, в частности, довольно хорошо выраженные на брюшной стороне тела [Баранов, Банникова, Найман, 2020].

Если перечислить отряды земноводных: Хвостатые, бесхвостые и безногие, то название отряда говорит само за себя: ее представители лишены всех конечностей, поэтому и пояса редуцированы. Внешне эти животные могут напоминать дождевых червей или маленьких змей. Потеря конечностей может объясняться спецификой места обитания: мульча, корни деревьев, норы и т. д. В таких труднодоступных местах проще ориентироваться, если вас ничего не беспокоит. Бесхвостые земноводные отличаются непропорциональными размерами передних и задних конечностей. Длина и прочность костей, величина и масса мышц задних конечностей во много раз больше, чем у передних. Это связано с активным использованием этой пары бесхвостыми животными для прыжков в длину и плавания. Пальцы задних ног сильно удлинены, что создает дополнительные рычаги при отталкивании от земли, а фаланги также соединены перепонкой, образующей своеобразный «плавник».



Рисунок 8 - Органы передвижения отрядов земноводных

Личинка земноводных по форме отличается от только что вылупившейся. Тело становится более округлым, хвост удлиняется и расширяется за счёт развития вокруг него плавника, превращаясь в сильный орган движения (рис. 9). Возрастающая подвижность животного и развитие мускулатуры сопровождаются развитием скелета. Вокруг хорды постепенно образуется позвоночник. Увеличивающаяся активность приводит и к некоторым усложнениям в строении органов чувств. Хвост у бесхвостых земноводных функционирует только на личиночной стадии, у головастиков, что облегчает им перемещение в толще воды. Хвост у них занимает больше половины длины тела [Баранов, Банникова, Найман, 2020].



Рисунок 9 - Головастики бесхвостых земноводных с хвостом

Пищеварительная система

В совершенствовании организации пищеварительной системы земноводных тенденции остаются такими же:

- совершенствование и усложнение желудочно-кишечного тракта (дифференцировка на отделы и образование пищеварительных желез);
- увеличение поверхности всасывания

Питаются взрослые земноводные мелкими беспозвоночными: насекомыми и их личинками, многоножками, пауками, ракообразными и др. Природа пищеварения амфибий сходна с рыбой, но термостойкость ферментов выше из-за того, что на суше земноводные подвергаются более высоким температурам (рис. 10).

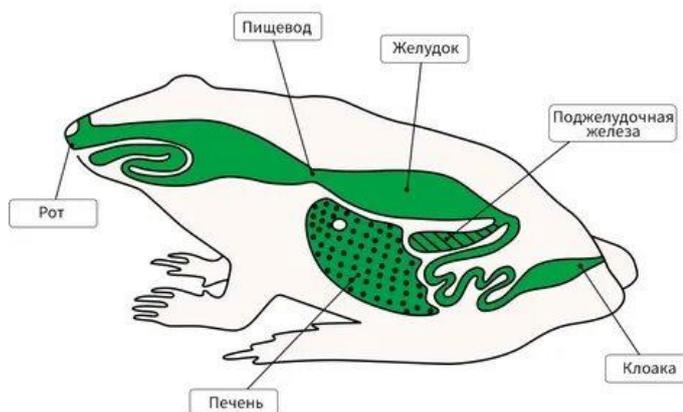


Рисунок 10 - Пищеварительная система земноводных

У земноводных в ротоглоточной полости имеются недифференцированные зубы, которые прикрепляются к кости, а вершиной направлены назад (у жаб зубов нет). Впервые в процессе эволюции появляются мускулистый язык и слюнные железы, протоки которых открываются в ротоглоточную полость. Слюна не содержит пищеварительных ферментов, но служит для смачивания пищи. В ротоглоточную полость открываются хоаны, евстахиевы трубы, гортанная щель. Идет дальнейшая дифференцировка кишечника, а именно выделяются двенадцатиперстная и прямая кишки, а также происходит удлинение

кишечника. Прямая кишка открывается в клоаку. Печень трехлопастная с желчным пузырем, который открывается в двенадцатиперстную кишку. Имеется хорошо обособленная поджелудочная железа [Банников, Даревский, Рустамов, 1971].

Личинки (головастики) хвостатых амфибий по строению пищеварительной системы существенно не отличаются от взрослых особей. Характер их рациона аналогичен питанию взрослых особей: они ловят мелких водных беспозвоночных. Питание личинок бесхвостых амфибий различно. После вылупления они питаются в основном растительной пищей. На челюстях расположены роговые пластинки, с помощью которых головастик, подобно скребку, собирает водоросли, перегрызает слои клеток мягких водных растений вместе с покрывающими их одноклеточными организмами. Лишь к концу личиночного развития они переходят на питание мелкими водными беспозвоночными. Крупные изменения в жизни и строениях головастика происходит через несколько дней после вылупления. Ротовой аппарат головастика приспособлен к соскабливанию пищи с подводных предметов и водорослей (рис. 11).

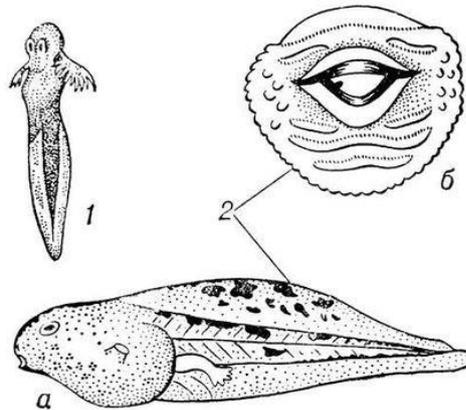


Рисунок 11 - Головастик остромордой лягушки: 1 – на ранней стадии развития, с наружными жабрами; 2 – на более поздней стадии развития; а – общий вид; б – рот головастика с роговым клювиком и рядами губных зубов.

Начиная активно питаться, головастики поедают прежде всего яичевые оболочки, на которых они висели в первые дни жизни. Кишечник их не только относительно, но и абсолютно длиннее, чем у взрослых форм. В связи с питанием резко щелочными кормами у них развивается желудок, в котором протекает кислотная фаза пищеварения [Наумов, 1973].

Органы дыхания.

В совершенствовании организации дыхательной системы можно выделить несколько направлений (тенденций):

- смена органов дыхания (с жабр на легкие);
- увеличение площади дыхательной поверхности;
- совершенствование механизмов дыхания;
- появление дыхательных путей;
- разделение воздухоносных и респираторных отделов легких; – повышение уровня метаболизма.

Так как газообмен между организмом и окружающей средой возможен только через водную пленку, жабры, легко высыхающие на воздухе, непригодны для дыхания наземных животных. Их заменяют легкие, которые, в отличие от жабр, расположены внутри тела и защищены от высыхания. Легкие земноводных представляют собой парные мешочки, внутри полые, на их тонкой стенке с внутренней поверхности имеются более или менее развитые дыхательные пути, у хвостатых они также развиты слабо, представлены довольно длинной трубкой – трахеей. У бесхвостых это всего лишь короткая гортанная камера, переходящая в полость легкого (рис. 12). Поскольку относительная поверхность легких у земноводных мала и они слабо вентилируются, то насыщение крови кислородом происходит не только через легкие, но и через кожу [Баранов, Банникова, Найман, 2020].

Смена органов дыхания после метаморфоза (превращение из головастика во взрослую особь) говорит нам о том, что жабры и легкие имеют одно энтодермальное происхождение. Все эти органы являются

производными глотки. Такая постепенная смена органов дыхания (наружные жабры – внутренние жабры – легкие) компенсирует быстрое развитие головастика в икринке и малое содержание желтка в ней.

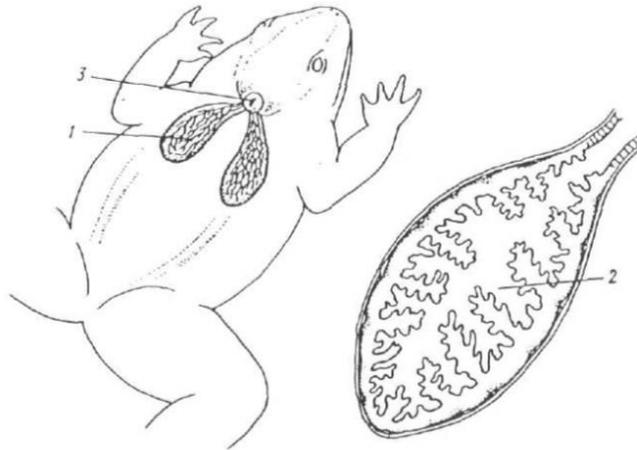


Рисунок 12 - Легкие амфибий 1 – легкие, 2- их внутренняя структура, 3 – гортань.

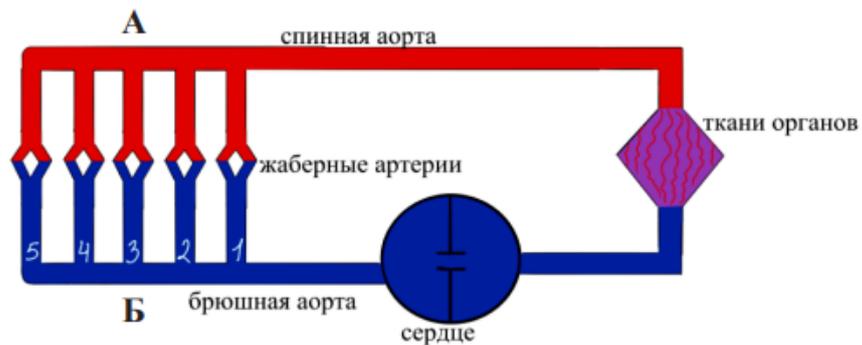


Рисунок 13 - Преобразование жаберных артерий у головастика земноводных после метаморфоза: А – головастик; Б – взрослая особь [Баранов, Банникова, Найман, 2020]

Появление легких, обособление второго (легочного) круга кровообращения и разделением предсердий на две камеры привело в ходе эволюции к сильной модификации жаберных артерий. Процесс перехода от жаберных артерий (жаберного аппарата) к дугам аорты и другим артериям хорошо прослеживается в онтогенезе земноводных, если сравнить строение головастика и взрослых особей. Как уже говорилось, у головастика одним из органов дыхания являются жабры, которым соответствуют 5 пар жаберных артерий [Баранов, Банникова, Найман, 2020].



Рисунок 14 - Перистые наружные легкие у личинки тритона

Кровеносная система.

С развитием наземного органа дыхания тесно связана перестройка системы кровообращения.

В совершенствовании организации транспортной системы можно выделить несколько направлений (тенденций):

- увеличение скорости кровотока;
- разделение кровяного русла на малый (легочный) и большой (системный) круги кровообращения;
- повышение показателей крови (объем крови, количество гемоглобина, размер эритроцитов).

Главным событием, приведшим к общей перестройке всего организма, стал переход амфибий в качественно и количественно новую среду обитания: наземно-воздушную. Изменения условий (понижение давления, повышение концентрации кислорода, резкие перепады температуры, малая плотность, почти полное отсутствие воды, силы тяжести и т. д.) окружающей среды потребовали кардинально новых приспособлений для поддержания нового организма, более организованного, уровень метаболизма, которого обеспечивается усложнением транспортной системы и всего организма.

Сердце земноводных состоит из двух, вполне обособленных предсердий, одного желудочка и артериального конуса, от которого отходят дуги аорты, разделяющиеся на три пары артериальных сосудов. Передние из них – артерии, несут кровь к голове, следующие за ними сосуды носят название системных дуг аорты. Правая и левая дуги аорты соединяются

ниже сердца в спинную дугу аорты [Банников, 1969]. Следовательно, в отличие от рыб у земноводных возникает типичный для всех наземных позвоночных второй круг кровообращения, по которому кровь из сердца по легочным артериям поступает в легкие и возвращается в него по лёгочной вене (рис. 15). При одном круге кровообращения у рыб в сердце попадает только венозная кровь, а у наземных позвоночных и венозная и артериальная. В связи с этим возникает разделение сердца на два отдела: правый венозный и левый артериальный. У земноводных это разделение лишь частичное и выражается в существовании двух предсердий. Однако уже в правом предсердии кровь смешивается, так как верхняя половина приносит не только венозную кровь, но и идущий по кожным венам артериальную. К этой смешанной крови добавляются ещё порция артериальной крови из левого предсердия. Полное разделение желудочков при таком кровообращении сделало бы бесцельным кожное дыхание, так как артериальная кровь из кожных вен поступала бы тогда только в лёгкие. Отсутствие перегородки в желудочке приобретает исключительно важную роль, если животное находится под водой и дышит только кожей [Наумов, 1973].

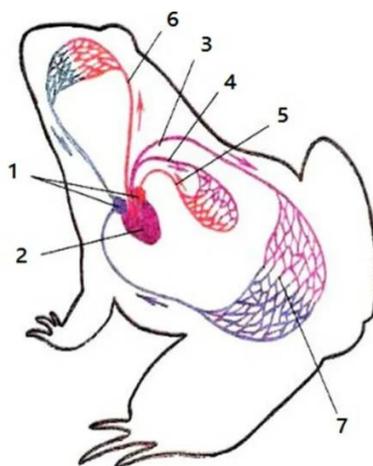


Рисунок 15 - Кровеносная система лягушки 1 – Предсердия, 2 – Желудочек, 3 – дуга аорты, 4 – легочная артерия, 5 – легочная вена, 6 – сонная артерия, 7 – капиллярная сеть

Изменения происходят и в органах кровообращения у головастика. В единственном пока предсердии появляется перегородка, разделяющая его на правую и левую части. Примерно к этому моменту легочные вены завершают свое развитие и вступают в контакт с легкими. Формируется малый круг кровообращения. Несомненно, что с первых дней своего существования головастик находится в состоянии метаморфоза, с каждым днем приобретая все новые и новые черты, свойственные взрослому животному, ведущему наземный образ жизни. При этом на каждом предыдущем этапе развиваются системы органов, которые начинают функционировать на следующем.

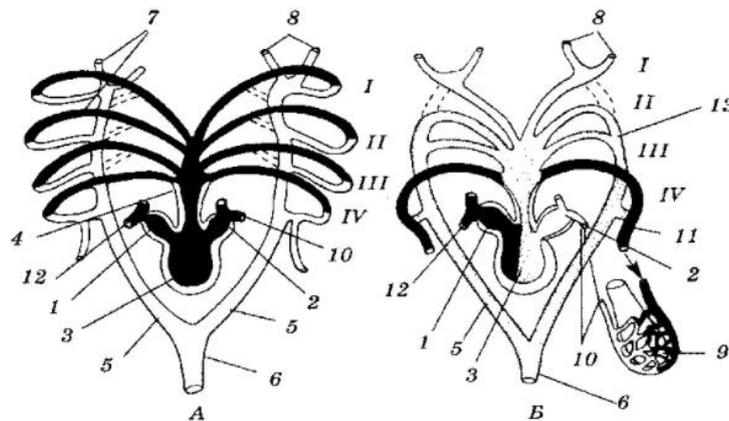


Рисунок 16 - Кровообращение у земноводных: А – головастик (личинка с одним кругом кровообращения), Б – взрослая особь (с двумя кругами кровообращения); I, II, III, IV – артериальные дуги жаберных артерий; 1 – правое предсердие, 2 – левое предсердие, 3 – желудочек, 4 – артериальный конус, 5 – корни аорты, 6 – спинная аорта, 7 – жабры, 8 – сонные артерии, 9 – легкие, 10 – вены, приносящие артериальную кровь из легких, 11 – легочные артерии, приносящие венозную кровь из сердца, 12 – вены, приносящие венозную кровь из всего тела

Сердце у личинок двухкамерное (одно предсердие и один желудочек), и, следовательно, один круг кровообращения. Это является результатом того, что головастики в качестве органов дыхания используют жабры. Следовательно, у головастика функционируют также пять пар жаберных артерий (рис.16). Но с метаморфозом ситуация меняется. Вообще, по сравнению с рыбами у амфибий происходит значительная перестройка жаберных артерий. Пятая пара жаберных артерий теряет связь со спинной аортой и доставляет кровь только голове, формируя сонные артерии.

Четвертая пара полностью редуцируется. Сосуды третьей пары артерий становятся системными дугами аорты – основными сосудами большого круга кровообращения, которые несут кровь ко всем органам и тканям. Вторая пара жаберных артерий исчезает полностью, а первая преобразуется в кожно-легочные артерии (несут венозную кровь от сердца к легким и коже для газообмена). Закладка и развитие легких у головастика сопровождается перестройкой всей кровеносной системы, не только жаберных дуг. Изменяется также и сердце: образуется продольная перегородка, которая разделяет предсердие на правое и левое, превращая сердце в трехкамерное, что и соответствует взрослому организму земноводных [Баранов, Банникова, Найман, 2020].

Органы выделения.

С примитивностью органов дыхания земноводных связаны и особенности строения органов выделения. Голая, ничем не защищенная кожа земноводных не способна как у других наземных позвоночных противостоять поступлению в организм воды по законам осмотического давления. Амфибии «пьют» непроизвольно всей поверхностью тела. Избыток воды удаляется из организма, как и у рыб - двумя **туловищными (мезонефрическими)** почками (рис. 17). Моча в окончательном виде из канальцев попадает в мочеточники и выделяется наружу. Отличительная особенность туловищной почки состоит в том, что относительно поверхность клубочков здесь велика, а канальцы короткие. Следовательно, особенности строения легких определили у земноводных своеобразное строение кожи, выполняющую роль важного дополнительного органа дыхания. Последние, в свою очередь, определили тип органов выделения, остающихся на уровне развития, свойственном рыбам [Баранов, Банникова, Найман, 2020].

Выделительная система земноводных мало чем отличается от выделительной системы других анамний: также функционирует мезонефрическая почка, в которой работают процессы фильтрации (в

мальпигиевых клубочках) и наиболее активно реабсорбции (обратное всасывание).

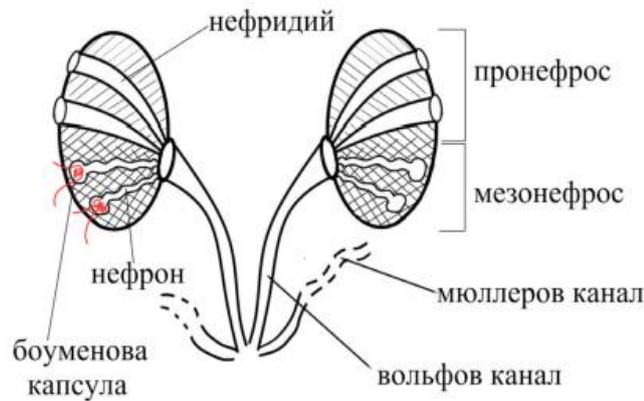


Рисунок 17 -Строение мезонефрической почки

Процесс реабсорбции (особенно воды) играет важную роль в жизнедеятельности амфибий, так как в условиях наземной среды сохранение воды (для осуществления процессов обмена веществ) в организме очень важно. Поэтому вторичная моча амфибий очень концентрирована в связи с высоким содержанием мочевины (ведь большая часть воды в ходе реабсорбции удалена). Одной из особенностей, которая отличает амфибий от других первичноводных позвоночных (кроме хрящевых и двоякодышащих рыб), является наличие клоаки – расширенная конечная часть кишки, куда открываются выделительные и половые протоки, т.е. конечные продукты пищеварения, моча и половые продукты выводятся через одно отверстие.

Выход на сушу существенно сказался и на характере видно - солевого обмена. Изменилась и система выведения из организма продуктов азотистого обмена. Во время метаморфоза развиваются парные мезонефрические (туловищные) почки. Почки земноводных в отличие от почек рыб имеют вид уплощенных компактных тел, лежащих по бокам позвоночного столба в области крестцового позвонка. От каждой почки отходит мочеточник (Вольфов канал), впадающий в клоаку (рис. 18). Отверстие в конце клоаки ведет в сильно растягивающийся мочевой пузырь. На брюшной поверхности почки расположены надпочечники. С мочой выводится основной продукт белкового обмена – мочевина и другие вещества.

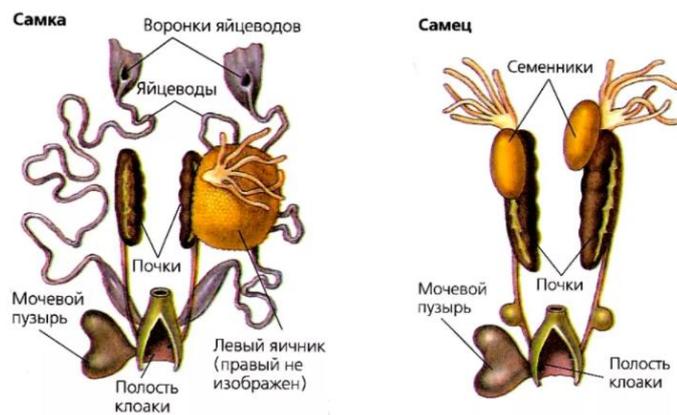


Рисунок 18 - Выделительная система земноводных

Что касается азотистого обмена, то при распаде белков, нуклеиновых кислот и других азотсодержащих соединений образуются токсичные вещества: аммиак, мочеви́на и мочева́я кислота, которые, накапливаясь в организме, нарушают нормальное течение основных физиологических процессов. Форма выделения продуктов азотистого обмена тесно связана с условиями жизни животного и наличием воды. Аммиак очень токсичен даже при низких концентрациях. Благодаря хорошей растворимости и низкой молекулярной массе легко распределяется по любой поверхности, контактирующей с водой. Поэтому аммиак (обычно в форме аммония) является конечным продуктом азотистого обмена у водных беспозвоночных, костистых костистых рыб, личинок и земноводных, постоянно обитающих в воде. Наземные животные ограничены в воде, поэтому обезвреживают ее, превращая в нетоксичные для организма конечные продукты. Органы выделения головастика заключены в спинном отделе тела. Почкой головастика, в зависимости от своего местоположения носят название **головных почек (пронефрос)**, головные почки функционируют только у личинок (рис. 19). Только что вылупившегося головастика процесс дыхания по сравнению с таковым у зародыша, находящегося в яйце, значительно интенсивнее, жабры образуются в виде двух пар небольших отростков по бокам головы [Баранов, Банникова, Найман, 2020].

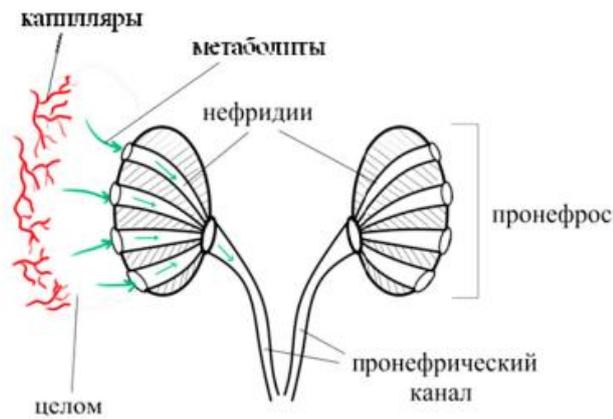


Рисунок 19 - Строение пронефрической почки

Терморегуляция.

Температурный режим обитания в воде и на суше также различен, как и уровень влажности. В этом смысле способность поддерживать температуру тела на постоянном уровне за счет больших перепадов температуры окружающей среды является очень важным приспособлением для наземных позвоночных. Однако в то же время к примитивным наземным обитателям относят и земноводных, которые, как и рыбы, относятся к хладнокровным животным. Слабое развитие легких и снабжение клеток и тканей смешанной, гипоксической кровью означает, что метаболизм земноводных находится на низком уровне и организм мало выделяет тепла. При этом кожа амфибий, выполняющая роль дополнительного органа дыхания, лишена защитных форм, способных удерживать тепло в организме. Постоянное испарение влаги через кожу в связи с её дыхательной функцией, значительно снижает температуру тела. Выход позвоночных в новую среду обитания сопровождался не только изменением влажности и температуры, но изменением взаимоотношений с другими организмами, прежде всего с теми, которые служат пищей [Белоусов, 2009].

Органы чувств и центральная нервная система.

Нервная система земноводных как представителей группы анамний имеет много общего с рыбами (особенно двоякодышащими), но имеет и ряд прогрессивных черт. Особое внимание следует уделить ароморфозу и

идиоадаптации в эволюции этой органической системы к классу амфибий. Направления прогрессивной эволюции. В эволюции нервной системы амфибий можно выделить следующие направления:

- увеличение объема и усложнение строения головного мозга; –
- разделение переднего отдела головного мозга на два полушария;
- совершенствование организации спинного мозга;
- усложнение органов чувств и появление вспомогательных органов в связи с выходом на сушу

В водной среде меньше света и относительно низкая прозрачность воды, что не позволяет далеко видеть. В связи с этим рыбы близоруки, воздушная среда не мешает видимости, поэтому земноводные приспособлены к рассматриванию предметов на более или менее дальнем расстоянии. Эти приспособления в основном выражаются в выпуклой форме роговицы, форме хрусталика, имеющего форму двояковыпуклой линзы (рис. 20). Аккомодация у земноводных, как и у рыб, достигается только перемещением хрусталика, но не с помощью серповидного отростка, а характерным для наземных животных сокращением цилиарной мышцы.

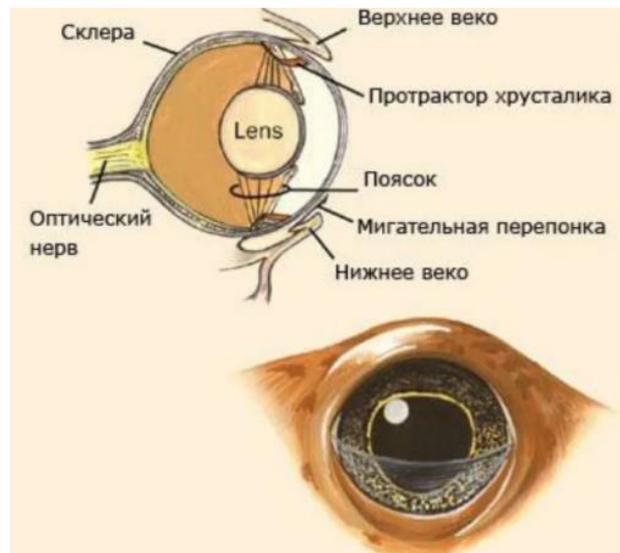


Рисунок 20 - Орган зрения земноводных

Кроме внутреннего уха, имеющегося так же у рыб, у земноводных имеется среднее ухо (рис.21). В этой полости помещается впервые появившаяся у позвоночных слуховая косточка. Полость среднего уха

соединятся с ротовой полости посредством узкого канала, и оказывается сообщаемой с наружной средой, благодаря чему внутреннее и внешнее давление на барабанную перепонку уравниваются. Это предохраняет перепонку от разрыва.

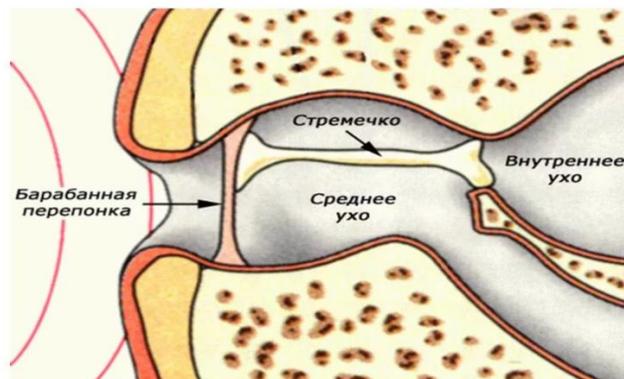


Рисунок 21 - Орган слуха у земноводных

Орган обоняния не только расположен вблизи ротовой полости, но и соединен с ней при помощи внутренних ноздрей, или хоан.

Головной мозг отличается от мозга рыб главным образом большим развитием переднего отдела, который разделен полностью на два полушария (рис. 22). Развитие переднего мозга выражено также в том, что он содержит большое число нервных клеток (серое вещество). Мозжечок у земноводных недоразвит в связи с малоподвижностью и однообразным характером движения этих животных. В крыше полушарий образуется первичный мозговой свод архипаллиум (из современных рыб он есть у двоякодышащих). Развитие архипаллиума сопровождающееся усилением связей с промежуточным и особенно средним мозгом, приводит к тому, что ассоциативная деятельность, регулирующая поведение, осуществляется у земноводных и полушариями переднего мозга. Что касается мозжечка и среднего мозга, то они развиты относительно слабо, так как амфибии малоподвижны, их движения однообразны [Ананьева, Боркин, Даревский, 1998].

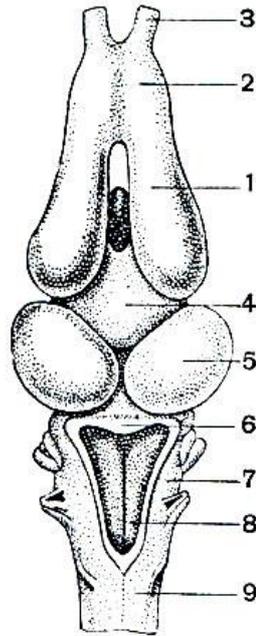


Рисунок 22 - Головной мозг лягушки: 1 - полушария переднего мозга; 2 - обонятельная доля; 3 - обонятельный нерв; 4 - промежуточный мозг; 5 - средний мозг; 6 - мозжечок; 7 - продолговатый мозг; 8 - четвертый желудочек; 9 - спинной мозг

Не обошлось в эволюции этого класса позвоночных животных без ценогенезов. **Головастики** земноводных по своей организации очень похожи на рыб, так как первые месяцы своей жизни (до метаморфоза) они полностью живут в водной среде. В связи с этим головастики обладают соответствующими органами чувств. Особенно стоит уделить внимание боковой линии, которая идентична боковой линии рыб и выполняет соответствующие функции – ориентация в водной среде. С метаморфозом данный анализатор редуцирует и не функционирует (рис.23).

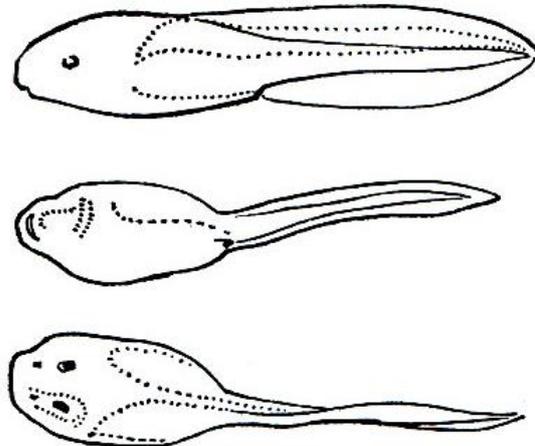


Рисунок 23 - Органы боковой линии у головастика жерлянки

Головной мозг головастика отличается от головного мозга взрослых форм почти полным отсутствием мозжечка и передних полушарий. Вместо полушарий имеют столько небольшие парные зачатки.

В прошлых разделах отмечалось, что головастики земноводных по своей организации очень похожи на рыб, так как первые месяцы своей жизни (до метаморфоза) они полностью живут в водной среде. В связи с этим головастики обладают соответствующими органами чувств. Особенно стоит уделить внимание боковой линии, которая идентична боковой линии рыб и выполняет соответствующие функции – ориентация в водной среде. С метаморфозом данный анализатор редуцирует и не функционирует.

Органы размножения.

В эволюции половой системы земноводных необходимо выделить важную тенденцию:

– удлинение и начало дифференциации яйцеводов на отделы, которая окажет в дальнейшем большое положительное влияние на освоение наземной среды обитания, а именно формирование собственно яйца (со скорлупой) и копулятивных органов женских особей.

Главной особенностью и чертой, отличающей земноводных от других представителей группы Анамния, является развитие личинок с метаморфозом (превращением). В связи с небольшим количеством желтка (питательных веществ) в икринке, зародыш не может сразу развиться до организма, похожего на взрослую особь (как в других классах хордовых животных) (рис.24). Поэтому из икринок выводятся головастики – личинки, похожие больше на рыб, так как не имеют конечностей, но обладают хвостом, похожим на рыбий.

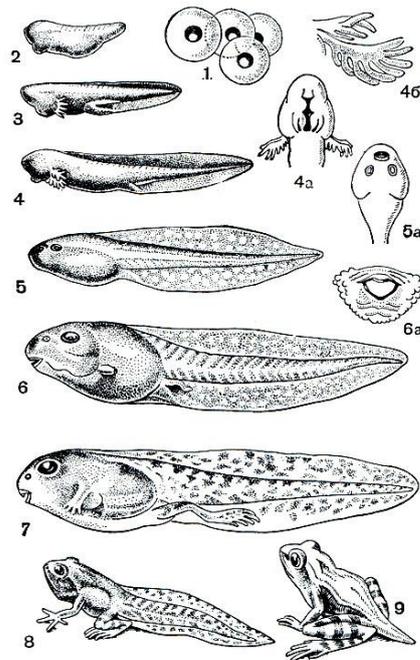


Рисунок 24 - Развитие остромордой лягушки (*Rana terrestris*): 1 - яйца; 2 - головастик в момент выклева; 3 - развитие плавниковых складок и наружных жабр; 4 - стадия максимального развития наружных жабр; 4а - передняя часть того же головастика снизу (видны личиночные органы прикрепления); 4б - детали строения наружных жабр; 5 - стадия исчезновения наружных жабр и редукция органов прикрепления, развитие ротового аппарата головастика (5а); 6 - стадия появления задних конечностей; 6а - ротовой аппарат головастика на той же стадии; 7 - стадия расчленения и подвижности задних конечностей (сквозь покровы просвечивают лежащие в жаберной полости передние конечности); 8 - стадия прорыва жаберной полости, освобождения передних конечностей, метаморфоз ротового аппарата и начало резорбции хвоста; 9 - выход на сушу

Среди всех систем органов, если не считать почки, органов размножения перестройка почти не коснулась. Формирование яиц происходит в яичниках, размеры которых, как и у большинства других позвоночных изменчивы в зависимости от времени года, созревшая клетка тонкой оболочке попадает из яичников в полость тела. Из полости тела она улавливается воронками яйцевода (рис. 25). В качестве яйцевода у земноводных функционирует Мюллеров канал. Воронки яйцеводов у лягушек прирастают к сердечной сумке, так что при сокращении сердца они попеременно сжимаются и расправляются, захватывая яйца из полости тела в яйцеводах. Они покрываются сильно разбухающими оболочками, которые играют большую роль в жизни развивающегося зародыша, но не могут в достаточной мере предохранить яйцо от высыхания. В этом отношении яйца

земноводных не отличаются от икринок рыб, и развиваться вне воды не могут [Баранов, Банникова, Найман, 2020].

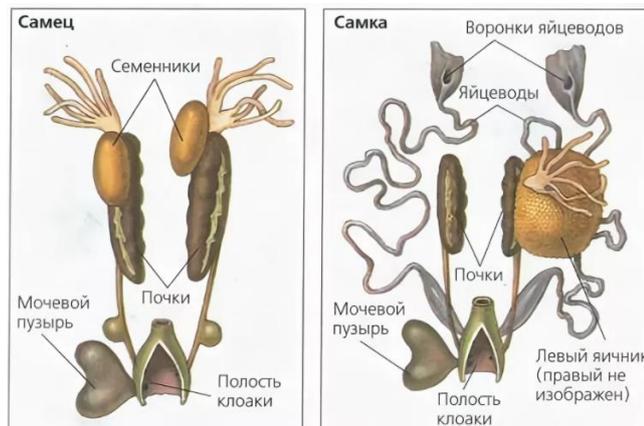


Рисунок 25 - Половая система земноводных

Земноводные раздельнополы. Взаимоотношения между половыми и мочевыводящими путями сходны с таковыми у хрящевых и некоторых групп костистых рыб. Семенники и яичники парные. Размножение и развитие земноводных происходит в воде (рис. 26). У отряда бесхвостых земноводных оплодотворение наружное. А у большинства хвостатых имеется внутреннее. У большинства земноводных яйца откладываются в воду, а в яйце уже развивается зародыш. Вылупившаяся личинка ведет водный образ жизни до метаморфоза. Личинка лягушки – головастик по строению напоминает рыбу, что ещё раз говорит нам об эволюционных преобразованиях амфибий [Грин, Стаут, Тейлор, 1990].

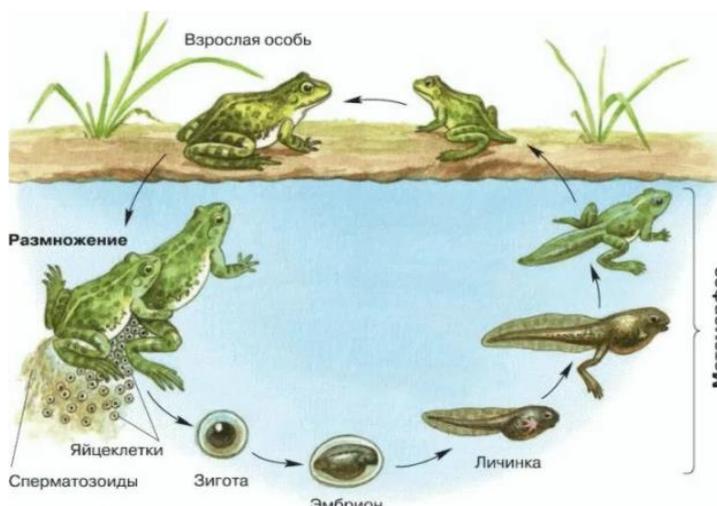


Рисунок 26 - Развитие земноводных

Таким образом, рассмотрев изменения, произошедшие практически во всех органах и системах у амфибий можно выделить ряд эволюционных приспособлений:

Ароморфозы:

- мезонефрический тип почки, конечный продукт азотистого обмена — мочеви́на;
- 3-х камерное сердце и 2 круга кровообращения;
- легочный тип дыхания;
- появление среднего уха;
- усложнение переднего мозга;
- появление копулятивных органов;
- появление дыхательных путей.

Идиоадаптации:

- кожа, как орган дыхания;
- густая капиллярная сеть в коже;
- наличие боковой линии;
- бинокулярное зрение;
- наличие мигательной перепонки и 2 -х век;
- внутреннее оплодотворение у хвостатых амфибий;
- разная структура легких у разных отрядов амфибий.

Ценогенезы:

- дыхание при помощи жабер;
- наличие жаберных дуг;
- 2-х камерное сердце и 1 круг кровообращения;
- почки типа протонефридии (головные почки), конечный продукт выделения — аммиак;
- наличие боковой линии.

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО КУРСА ПО РАЗДЕЛУ «АДАПТАЦИИ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ К НАЗЕМНО- ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ»

2.1 Анализ содержания школьного курса биологии по теме «Амфибии»

Согласно ФГОС (№287 от 31 мая 2021), введены требования к результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования:

Естественнонаучные предметы

Изучение предметной области "Естественнонаучные предметы" должно обеспечить:

- создание комплексной научной картины мира;
- понимание возрастающей роли естественных наук и научных исследований в современном мире, непрерывного процесса эволюции научных знаний, важности международного научного сотрудничества;
- овладение научным подходом к решению различных задач;
- овладение умением формулировать гипотезы, конструировать, проводить эксперименты, оценивать результаты;
- овладение умением сопоставлять экспериментальные и теоретические знания с объективными реалиями жизни;
- осознание важности концепции устойчивого развития;- формирование умений безопасного и эффективного использования лабораторного оборудования, проведения точных измерений и адекватной оценки полученных результатов, представления научно обоснованных аргументов своих действий, основанных на межпредметном анализе учебных задач.

К основным требованиям при изучении биологии относятся:

- 1) Формирование системы научных знаний о живой природе, закономерностях ее развития, исторически стремительном уменьшении биологического разнообразия в биосфере в результате деятельности

человека, для развития современных научных представлений об образе мира;

2) формирование первоначальных систематизированных представлений о биологических объектах, процессах, явлениях, закономерностях, об основных биологических теориях, об организации жизни, о взаимосвязи живого и неживого в биосфере, о наследственности и изменчивости; овладение понятийным аппаратом биологии;

3) получение опыта применения методов биологических наук и проведения простых биологических экспериментов по изучению живых организмов и человека, проведению экологического мониторинга в окружающей среде;

4) формирование основ экологической грамотности: умение оценивать последствия деятельности человека на природу, влияние факторов риска на здоровье человека; выбор целевых и смысловых установок в своих действиях и поступках по отношению к животным, их здоровью и окружающим, осознание необходимости действий по сохранению биоразнообразия и естественных мест обитания видов растений и животных;

5) освоение приемов оказания первой помощи, рациональной организации труда и отдыха, выращивания и размножения культурных растений и домашних животных, ухода за ними.

Целями курса «Биология» на ступени основного общего образования на глобальном, мета предметном, личностном и предметном уровнях являются:

- Социализация обучающихся - вхождение в мир культуры и социальных отношений, обеспечивающее включение обучающихся в ту или иную группу или сообщество как носителей своих норм, ценностей, ориентиров, господствующих в процессе познания мира живой природы;

- приобщение к познавательной культуре как системе познавательных (научных) ценностей, накопленных обществом в области биологических наук; развитие познавательных мотивов учащихся, направленных на получение знаний о живой природе; познавательные качества человека, связанные с овладением методами изучения природы, формированием интеллектуальных и практических навыков;
- создание условий для овладения обучающимися ключевыми компетентностями: учебно-познавательной, информационной, ценностно-смысловой, коммуникативной.

Биология входит в число естественных наук, изучающих природу, а также пути познания человеком природы. Значение биологических знаний для современного человека трудно переоценить. Помимо мировоззренческого значения, адекватные представления о живой природе лежат в основе мероприятий по поддержанию здоровья человека, его безопасности и производственной деятельности в любой отрасли хозяйства. Поэтому главная цель российского образования заключается в повышении его качества и эффективности получения и практического использования знаний. В настоящее время базовое биологическое образование в основной школе должно обеспечить выпускникам высокую биологическую, экологическую и природоохранительную грамотность, компетентность в обсуждении и решении целого круга вопросов, связанных с живой природой. Решить эту задачу можно на основе преемственного развития знаний в области основных биологических законов, теорий и идей, обеспечивающих фундамент для практической деятельности учащихся, формирования их научного мировоззрения.

Несмотря на то, что разные общеобразовательные учреждения проводят уроки биологии, ориентируясь на разные программы и разные авторские программы, общее содержание материала остается одинаковым. Чтобы это подтвердить, был проведен анализ основных авторских программ по биологии:

Анализ программ разных авторов по разделу амфибии

1. Захаров В.Б., Сонин Н.И. Живой организм (синяя линия - линейная программа). Биология. 5-9 классы. Издательство "Дрофа"

Содержание данного курса:

Класс Земноводные. Общая характеристика класса Земноводные. Места обитания и распространение земноводных. Особенности внешнего строения в связи с образом жизни. Внутреннее строение земноводных. Размножение и развитие земноводных. Происхождение земноводных. Многообразие современных земноводных и их охрана. Значение земноводных в природе и жизни человека [Захаров, Сонин, 2017].

Многообразие живых организмов, а точнее царство животные изучается по этой программе в 8 классе. На тип Хордовые в целом здесь отводится 23 часа.

Характеристика основных видов деятельности обучающихся: Дают общую характеристику класса Земноводные на примере лягушки. Отмечают прогрессивные черты организации земноводных, сопровождавшие их возникновение. Проводят сравнительный анализ организации рыб и амфибий, результаты заносят в таблицу. Характеризуют систематику земноводных и их происхождение. Описывают строение и особенности жизнедеятельности амфибий. Характеризуют многообразие земноводных и приспособительные особенности, связанные с околотовной средой обитания. Оценивают экологическое и хозяйственное значение амфибий. Готовят презентацию «Древние земноводные. Выход на сушу».

2. Сонин Н.И. Сфера жизни (красная линия - концентрическая программа). Биология. 5-9 классы. Издательство "Дрофа"

На класс земноводные по этой программе отводится 2 часа.

Общее содержание курса: Первые земноводные. Общая характеристика земноводных как первых наземных позвоночных. Бесхвостые, хвостатые и безногие амфибии; многообразие, среда обитания и

экологические особенности. Структурно - функциональная организация земноводных на примере лягушки. Экологическая роль и многообразие земноводных.

Демонстрация Многообразия амфибий. Схемы строения кистепёрых рыб и земноводных.

Лабораторные и практические работы. Особенности внешнего строения лягушки, связанные с её образом жизни.

Характеристика основных видов деятельности обучающихся: Дают общую характеристику класса Земноводные на примере лягушки. Отмечают прогрессивные черты организации рыб, сопровождавшие их возникновение. Проводят сравнительный анализ организации рыб и амфибий; результаты заносят в таблицу. Характеризуют систематику рыб и их происхождение. Описывают строение и особенности жизнедеятельности амфибий. Характеризуют многообразие земноводных и приспособительные особенности к околоводной среде обитания. Оценивают экологическое и хозяйственное значение амфибий. Выполняют практическую работу и обсуждают демонстрации, предусмотренные программой (работа в малых группах). Составляют краткий конспект урока. Готовят презентацию «Древние земноводные. Выход на сушу».

3. Пасечник В.В. "Вертикаль" Биология. 5-9 классы. Издательство "Дрофа"

Класс Амфибии здесь изучаются в разделе - Первичноводные позвоночные, на который отводится 3 часа. Раздел включает в себя: Класс Костные рыбы. Многообразие и значение костных рыб. Класс Земноводные (Амфибии). Содержание курса: Общая характеристика класса Земноводные. Места обитания и распространение земноводных. Особенности внешнего строения в связи с образом жизни. Внутреннее строение земноводных. Размножение и развитие земноводных. Происхождение земноводных. Многообразие современных земноводных и их охрана. Значение земноводных в природе и жизни человека [Пасечник, 2017].

Характеристика основных видов деятельности обучающихся:

Выделение существенных признаков земноводных. Объяснение зависимости внешнего и внутреннего строения земноводных от среды обитания и образа жизни. Нахождение среди живых объектов, в коллекциях и на таблицах представителей земноводных. Объяснение принципов классификации земноводных. Обоснование необходимости соблюдения мер охраны земноводных. Объяснение значения земноводных.

4. Пасечник В.В. Линия жизни. Биология. 5-9 классы. Издательство "Просвещение"

Содержание курса: Класс Земноводные, общая характеристика. Особенности строения и процессов жизнедеятельности. Многообразие земноводных, их охрана.

Характеристика основных видов деятельности обучающихся:

Выделять существенные признаки земно- водных. Объяснять зависимость внешнего и внутреннего строения земноводных от среды обитания. Различать на живых объектах и таблицах представителей земноводных. Объяснять принципы классификации земноводных. Устанавливать систематическую принадлежность земноводных (классифицировать). Освоить приёмы работы с определителями. Соблюдать меры охраны земноводных. Объяснять значение земноводных.

5. Пономарева И.Н. Алгоритм успеха (концентрический курс). Биология 5-9 классы. Издательство "Вентана-Граф"

Содержание курса, на изучение которого отводится 3 часа: Класс Земноводные. Общая характеристика класса Земноводные. Места обитания и распространения земноводных. Особенности внешнего строения в связи с образом жизни. Внутреннее строение земноводных. Размножение и развитие земноводных. Происхождение земноводных. Многообразие современных земноводных и их охрана. Значение земноводных в природе и в жизни человека [Пономарёва, Кучменко, Корнилова, 2017].

Характеристика основных видов деятельности обучающихся:

Описывать характерные черты внешнего строения земноводных, связанные с условиями среды обитания. Устанавливать взаимосвязь строения кожного покрова и образа жизни амфибий. Выявлять прогрессивные черты строения скелета головы и туловища, опорно-двигательной системы в целом по сравнению с рыбами. Характеризовать признаки приспособленности к жизни на суше и в воде. Устанавливать взаимосвязь строения органов и систем органов с их функциями и средой обитания. Сравнивать, обобщать информацию о строении внутренних органов амфибий и рыб. Определять черты более высокой организации земноводных по сравнению с рыбами. Характеризовать влияние сезонных изменений на жизненный цикл земноводных. Сравнивать, находить черты сходства размножения земноводных и рыб. Наблюдать и описывать развитие амфибий. Обосновывать выводы о происхождении земноводных. Определять и классифицировать земноводных по рисункам, фотографиям, натуральным объектам. Характеризовать роль земноводных в природных биоценозах и в жизни человека. Устанавливать взаимосвязь строения и функций земноводных со средой обитания. Обобщать материал о сходстве и различиях рыб и земноводных в форме таблицы или схемы. Использовать информационные ресурсы для подготовки презентации проектов о разнообразии земноводных, их охране

6. Пономарева И.Н. Алгоритм успеха (линейный курс). Биология 5-9 классы. Издательство "Вентана-Граф"

Содержание курса, на изучение которого отводится 4 часа в 8 классе: Общая характеристика земноводных. Среда обитания и строение тела земноводных. Строение и функции внутренних органов земноводных. Размножение и происхождение земноводных. Разнообразие и значение земноводных.

Характеристика основных видов деятельности обучающихся:

Описывать характерные черты внешнего строения земноводных, связанные с

условиями среды обитания. Осваивать приемы работы с определителем животных. Устанавливать взаимосвязь строения кожного покрова и образа жизни амфибий. Выявлять прогрессивные черты строения скелета головы и туловища, опорно-двигательной системы в целом по сравнению с рыбами. Характеризовать признаки приспособленности к жизни на суше и в воде. Устанавливать взаимосвязь строения органов и систем органов с их функциями и средой обитания. Сравнить, обобщать информацию о строении внутренних органов амфибий и рыб, делать выводы. Определять черты более высокой организации земноводных по сравнению с рыбами. Характеризовать влияние сезонных изменений на жизненный цикл земноводных. Сравнить, находить черты сходства размножения земноводных и рыб. Наблюдать и описывать тип развития амфибий. Обосновывать выводы о происхождении земноводных. Обобщать материал о сходстве и различиях рыб и земноводных в форме таблицы или схемы. Определять и классифицировать земноводных по рисункам, фотографиям, натуральным объектам. Осваивать приемы работы с определителем животных. Характеризовать роль земноводных в природных биоценозах и в жизни человека. Устанавливать взаимосвязь строения и функций органов со средой обитания. Использовать информационные ресурсы для подготовки презентации проектов о разнообразии земноводных, их охране.

Таблица 3 — Сравнительный анализ программ разных авторов общеобразовательных учреждений по разделу «Класс Земноводные»

Программа	Авторы	Количество часов	Разделы
Синяя линия – линейная программа	Захаров В.Б., Сонин Н.И.	4 часа	- общая характеристика класса Земноводные - прогрессивные черты организации земноводных, сопровождавшие их возникновение - систематика земноводных и их

			<p>происхождение.</p> <p>-строение и особенности жизнедеятельности амфибий.</p> <p>- многообразии земноводных и приспособительные особенности, связанные с околотовной средой обитания.</p> <p>- экологическое и хозяйственное значение амфибий.</p>
красная линия - концентрическая программа	Сонин Н.И.	2 часа	<p>Первые земноводные. Общая характеристика земноводных как первых наземных позвоночных. Бесхвостые, хвостатые и безногие амфибии; многообразие, среда обитания и экологические особенности. Структурно - функциональная организация земноводных на примере лягушки. Экологическая роль и многообразие земноводных.</p>
Пасечник В.В. "Вертикаль"	Пасечник В.В.	3 часа	<p>Общая характеристика класса Земноводные. Места обитания и распространение земноводных. Особенности внешнего строения в связи с образом жизни. Внутреннее строение земноводных. Размножение и развитие земноводных. Происхождение земноводных. Многообразие современных земноводных и их охрана. Значение земноводных в природе и жизни человека.</p>

Пасечник В.В. Линия жизни	Пасечник В.В	3 часа	Класс Земноводные, общая характеристика. Особенности строения и процессов жизнедеятельности. Многообразие земноводных, их охрана.
Алгоритм успеха (концентрический курс).	Пономарева И.Н.	3 часа	Общая характеристика класса Земноводные. Места обитания и распространения земноводных. Особенности внешнего строения в связи с образом жизни. Внутреннее строение земноводных. Размножение и развитие земноводных. Происхождение земноводных. Многообразие современных земноводных и их охрана. Значение земноводных в природе и в жизни человека.
Алгоритм успеха (линейный курс)	Пономарева И.Н	4 часа	Общая характеристика земноводных. Среда обитания и строение тела земноводных. Строение и функции внутренних органов земноводных. Размножение и происхождение земноводных. Разнообразие и значение земноводных

Если рассматривать учебники старших классов (10-11), которые посвящены изучению эволюционного учения, то нужно обратить внимание, что небольшая доля информации, посвященная выходу земноводных на сушу, в этих учебниках есть. Одна из глав посвящена изучению Эволюции

органического мира и происхождению, и развитию жизни на Земле. В учебниках для базового и профильного уровня информация о развитии земноводных представляется как одно из событий развития жизни в позднем Палеозое (см. рис 27).

В этот период возникли и освоили сушу основные группы споровых растений — плауновидные, хвощевидные и папоротниковидные (рис. 120). Значительно изменился в девоне и животный мир. Вымерли бóльшая часть примитивных беспозвоночных и почти все бесчелюстные. В морях господствующее положение заняли *челюстные рыбы*, поэтому девон называют периодом рыб. В основном это были хрящевые рыбы, но уже появились и рыбы с костным скелетом. Среди них выделилась группа *кистепёрых рыб*, от которых берут начало предки земноводных — *ихтиостеги* (см. рис. 44, 1). В конце девона от ихтиостег произошли первые настоящие земноводные — *стегоцефалы*.

Рисунок 27 - Фрагмент из главы «Развитие жизни на Земле в фанерозое» [Бородин, Высоцкая, 2012, Профильный уровень]

2.2. Содержание интерактивного курса по изучению адаптаций к наземно-воздушной среде на примере амфибий

Методические рекомендации по некоторым аспектам совершенствования преподавания биологии дают понять, что для достижения положительных результатов в изучении биологии необходимо увеличить долю самостоятельной деятельности учащихся, как на уроках, так и во внеаудиторной работе, а также реализацию творческих исследовательских задач.

Одной из задач современного образования является формирование у учащихся мышления, навыков самостоятельного усвоения. Решение этой проблемы невозможно без широкого использования новых информационных технологий. Такое понятие, как дистанционное обучение в настоящее время прочно укрепилось как один из вариантов обучения на расстоянии, при котором учащиеся могут самостоятельно, не менее качественно изучить материал [Федотова, 2018].

Поэтому помимо общеобразовательных предметов в школе необходимо проводить интерактивные занятия, которые ученики могут посещать во внеурочное время, в форме самостоятельной работы.

Разнообразие интерактивных занятий по биологии открывает широкие возможности для творчества учителя и выбора учащихся. При их разработке нужно соотнести уровень базового и профильного предмета, выделив основные знания и умения, обратив внимание на недостаточно раскрытые темы [Захарова, 2012].

В рассмотренных ранее авторских программах класс Земноводные рассматривается только в плане строения и систематики. Так как для основного образования этого достаточно. Как уже говорилось в предыдущих главах, земноводные являются важным звеном в эволюции, так как занимают промежуточное положение, поэтому, очень удобно применять этот класс позвоночных как модельный объект при изучении эволюции организмов.

Учебники же старших классов (10-11 класс), которые посвящены общей биологии и эволюции, так же не содержат информации о земноводных как о важной промежуточной группе и используются лишь как упоминание эволюционного события, произошедших в одном из периодов. Времени на изучение этого материала недостаточно в рамках обычных уроков, так как учебники содержат большое количество другой важной информации, которую так же нельзя упускать. Именно интерактивный курс может стать решением этого вопроса, так как он не будет отнимать время на уроке, а будет использован учениками как дополнительный материал, который они могут изучать самостоятельно, в любое удобное для них время.

На основании этого в процессе исследования был составлен интерактивный курс, который можно изучать в независимости от программы и учебника. Данный интерактивный курс разработан для учеников, изучающих как базовый уровень биологии, так и профильный.

Интерактивный курс: Анатомо-физиологические адаптации амфибий к разным средам обитания

Пояснительная записка

Цель: обобщение и систематизация знаний об амфибиях, как о промежуточной эволюционной группе

Курс разработан для двух вариантов изучения: Первый вариант занятий – базовый, для тех, кто хочет просто повторить тему, а также для учеников, которые по каким-то причинам не смогли присутствовать на уроке – данный курс будет одним из вариантов, благодаря которому ученик может получить информацию. Второй вариант – для тех, кому школьного учебника может быть недостаточно, кто хочет наиболее подробно изучить тему. Занятия разработаны не только с помощью школьных учебников, но также с помощью дополнительной литературы и интернет ресурсов. Разработать задания можно по любой из тем, для исследования были подготовлены

интерактивные занятия, помогающие изучить амфибий как первых наземных позвоночных, освоивших сушу.

В данной работе предполагается, что интерактивный курс, созданный на основе научного исследования авторских программ и научной литературы, улучшат результаты обучения, активизируют мыслительную деятельность, сыграют большую роль в воспитательном процессе. Было принято решение самостоятельно разработать для уроков биологии интерактивные задания с использованием интернет ресурсов и провести эксперимент в рамках стандартных уроков биологии.

Как показал анализ методической литературы, в курсе можно оформить несколько глав. Для демонстрации были отобраны несколько средств и приемов работы с ними, которые можно использовать для достижения поставленных на уроках цели и задач: способствовать формированию представлений о классе Амфибии, научить отличать земноводных от других представителей типа, называть усовершенствования в системах органов этих животных. Были созданы: презентация «Анатомо-физиологические адаптации амфибий к разным средам обитания» с использованием технических средств, составлен курс в ресурсе Padlet, в котором размещены материалы для изучения. Кроме того, были составлены задания для обучающихся (рис. 28).

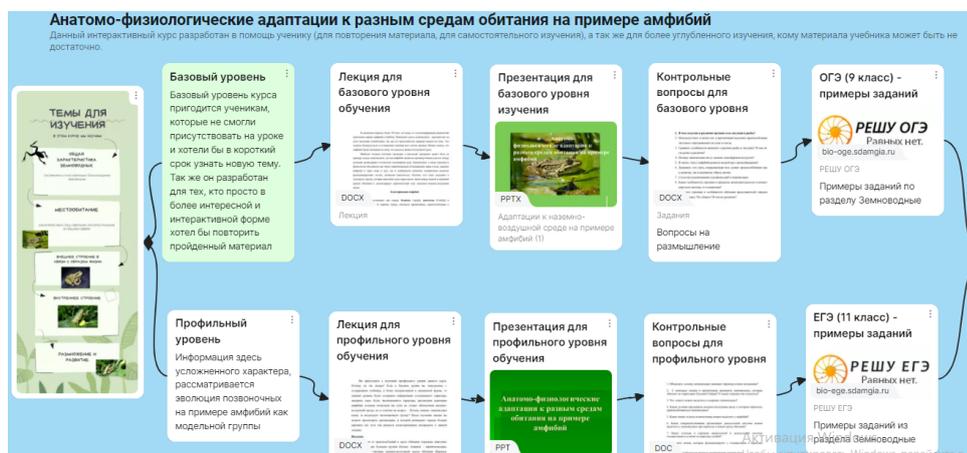


Рисунок 28 - Онлайн-доска Padlet

В самом начале интерактивного курса в ресурсе Padlet размещено содержание этого курса: Общая характеристика амфибий, включающая

систематическое положение, деление на отряды, подробное строение и информация о типичных местах обитания амфибий.



Рисунок 29 - Содержание курса «Анатомо-физиологические адаптации к разным средам обитания на примере амфибий»

Далее идет разделение на две главных составляющих этого курса: Базовый и профильный уровень. Уровни содержат в себе одинаковые блоки, но содержание в них будет разным. Базовый уровень содержит в себе лекцию, презентацию и контрольные вопросы (рис 30).

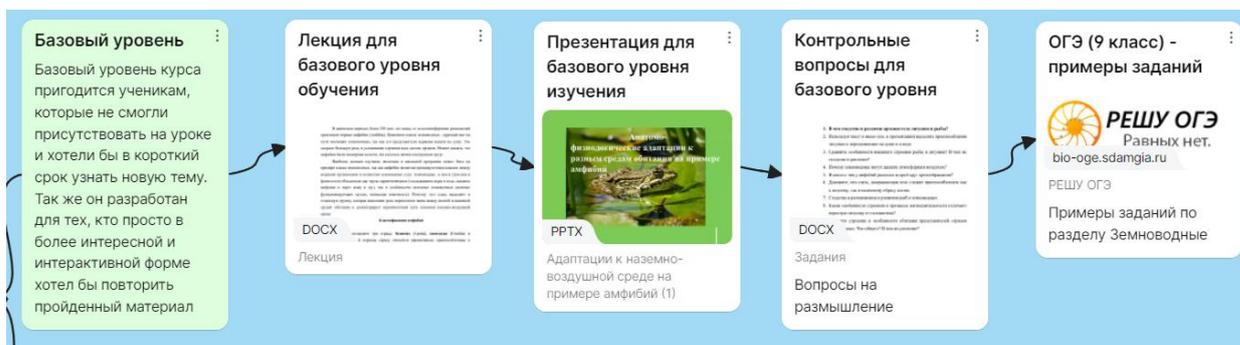


Рисунок 30 - Содержание базового курса

Рассмотрим каждый компонент: Первый блок – лекция, она содержит в себе собирательный материал из школьных учебников, направлена на общее, основное ознакомление с классом Земноводные (рис.31).

В девонском периоде, более 350 млн. лет назад, от остеолепиформных рипидистий произошли первые амфибии (Amphibia). Появление класса земноводных - крупный шаг на пути эволюции позвоночных, так как его представители первыми вышли на сушу. Это сыграло большую роль в усложнении строения всех систем органов. Можно сказать, что амфибии были пионерами во всем, что касалось жизни в воздушной среде.

Наиболее полным изучение эволюции в школьной программе может быть на примере класса земноводных, так как амфибии являются промежуточным классом между водными организмами и полностью освоившими сушу. Земноводные в своем строении и физиологии объединили как черты первичноводных (откладывание икры в воде, дыхание жабрами и через кожу и пр.), так и особенности наземных позвоночных (наличие функционирующих легких, пятипалая конечность). Поэтому этот класс выделяют в отдельную группу, которая выполняет роль переходного звена между водной и наземной средой обитания и демонстрирует вероятностный путь освоения наземно-воздушной среды

Классификация амфибий

Класс амфибий составляют три отряда: **безногие** (Apoda), **хвостатые** (Urodela) и **бесхвостые** (Anura). К первому отряду относятся примитивные, приспособленные к

Рисунок 31 - Отрывок из лекции для базового уровня изучения

Далее идет презентация (**приложение 1**), которая является своего рода иллюстративным материалом к лекции, текста здесь уже меньше, но гораздо больше изображений, которые будут подкреплять материал из лекции.

Какие именно изменения произошли с амфибиями при их выходе на сушу? На этот вопрос можно узнать ответы, если перейти в презентации в главу Внешнее строение. Вместе с текстовой информацией можно так же посмотреть на картинку, описывающую внешнее строение амфибий на примере лягушки. На внутреннее строение выделено гораздо больше слайдов и времени для их просмотра и изучения. Так как при выходе на сушу изменения произошли и в строении внутренних органов. В презентации отдельно рассматривается эволюция таких систем органов как: Дыхательная, Кровеносная, Пищеварительная, Опорно-двигательная система и Органы чувств. Все эти преобразования связаны с выходом амфибий на сушу. Основным закреплением в курсе будут контрольные вопросы (рис.32). Ответить на них можно благодаря содержанию лекции и презентации.

В конце данного раздела будет прикреплены интерактивные задания, которые позволят в интересной форме закрепить материал. Так же не

остались без внимания и задания ОГЭ (рис. 33 — 35). Ранее уже было изучено содержание авторских программ по разделу «Амфибии». Задания, для Основного государственного экзамена в 9 классе построены на основе содержания этих разделов. Проанализировав эти задания, было решено вставить примеры в данный курс, чтобы учащиеся понимали на какие вопросы им ориентироваться при изучении данного уровня.

1. В чем сходство и различие органов тела лягушки и рыбы?
2. Используя текст и видео (см. в презентации) выделите приспособления лягушки к передвижению на суше и в воде.
3. Сравните особенности внешнего строения рыбы и лягушки? В чем их сходство и различие?
4. Почему земноводные могут дышать атмосферным воздухом?
5. В связи с чем у амфибий развился второй круг кровообращения?
6. Докажите, что слизь, покрывающая тело служит приспособлением как к водному, так и наземному образу жизни.
7. Сходства в размножении и развитии рыб и земноводных.
8. Какие особенности строения и процессы жизнедеятельности отличают взрослую лягушку от головастика?
9. Сравните строение и особенности обитания представителей отрядов земноводных. Что общего? В чем их различие?

Рисунок 32 - Контрольные вопросы

Задание 17 № 2013 ●

Верны ли суждения о кровеносной системе земноводных?

- А. Сердце земноводных состоит из двух камер.
 Б. Венозная кровь от органов и тканей собирается в вены и поступает в правое предсердие, а потом в желудочек.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

Рисунок 33 - Задание из ОГЭ: «Кровеносная система земноводных»

Задание 20 № 633 ●

Какие особенности строения отличают земноводных от рыб? Выберите три верных ответа из шести и запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) органы дыхания представлены лёгкими и кожей
- 2) имеется внутреннее ухо и среднее ухо
- 3) головной мозг разделён на пять отделов
- 4) имеется плавательный пузырь
- 5) сердце трёхкамерное
- 6) один круг кровообращения

Рисунок 34 - Задание из ОГЭ: «Отличия в строении рыб и земноводных»

Расположите в правильном порядке элементы классификации вида Серая жаба, начиная с наименьшего. В ответе запишите соответствующую последовательность цифр.

- 1) класс Земноводные
- 2) тип Хордовые
- 3) род Жабы
- 4) царство Животные
- 5) отряд Бесхвостые

Рисунок 35 - Задание из ОГЭ: «Классификация вида»

Далее рассмотрим содержание Профильного уровня курса (рис. 36). Как уже было описано выше – план, по которому составлен блоки, здесь аналогичен Базовому уровню. Отличия будут в самом его содержании.



Рисунок 36 - Профильный уровень

В чем же принципиальное отличие данного варианта курса? Содержание его уже более усложненного характера. С помощью него можно в полной мере дать ответ на вопрос – Почему именно амфибии были взяты за модельную эволюционную группу? Первый блок содержит в себе большую лекцию, в которой описывается подробное описание всех система органов земноводных, как они преобразовывались в процессе эволюции, при выходе земноводных на сушу (рис. 37).

Проводится сравнительная характеристика строения головастиков и взрослых особей. С помощью этого сравнения можно понять, почему амфибии названы промежуточной группой. Их головастики еще находятся в воде, имеют не совсем развитые системы органов, отчасти схожие с органами рыб. Взрослые же особи уже имеют достаточно приспособлений для освоения новой среды обитания. Следом идет презентация (**приложение 2**), которая, как и в предыдущем случае представляет собой иллюстративное дополнение к лекции.

Вы приступаете к изучению профильного уровня данного курса. Почему он так назван? Если в базовом уровне вы знакомы с содержанием учебника, в более интерактивной и интересной форме, то данный уровень будет содержать информацию усложненного плана. Материал здесь будет эволюционного характера, рассматриваются амфибии, которые позволили им стать не только обитателями наземно-воздушной среды, но дается ответ на вопрос – Почему именно земноводные взяты за модельную эволюционную группу? После изучения лекции вы можете просмотреть презентацию, в которой размещено гораздо больше картинок (по сути она является иллюстративным материалом к данной лекции).

Введение

В зависимости от приспособлений к среде обитания хордовых животных разделяют на две большие группы (блока): Anamnia – первичноводные; Amniota – позвоночные наземно-воздушной среды обитания (рис.1). Земноводные в своем строении и физиологии объединили как черты первичноводных (откладывание икры в воде, дыхание жабрами и через кожу и пр.), так и особенности наземных позвоночных (наличие функционирующих легких, пятипалая конечность). Поэтому этот класс выделяют в отдельную группу, которая выполняет роль переходного звена между водной и наземной средой обитания и

Рисунок 37 - Отрывок из лекции для профильного уровня

Контрольные вопросы здесь усложненные, соответствуют предлагаемому для изучения материалу. Еще одно отличие Профильного уровня – ссылка на задания ЕГЭ. Так как эволюция организмов изучается уже в старших классах, а задания ЕГЭ обязательно содержат в себе вопросы касательно эволюционного развития, то в курс включены так же примеры эти заданий, для ознакомления учащихся с ними (рис. 38 — 40). А подробная лекция (для Профильного уровня изучения) поможет успешно ответить на эти вопросы.

2 Задания Д13 № 3702

Функцию дыхания у головастика на ранних стадиях онтогенеза выполняют

- 1) ячеистые легкие 2) наружные жабры 3) легочные мешки 4) трахейные трубочки

Рисунок 38 - Задание из ЕГЭ: «Дыхание у головастика»

6 Задания Д13 № 3706

Форма тела головастика, наличие у них боковой линии, жабр, двухкамерного сердца, одного круга кровообращения свидетельствует о родстве:

- 1) хрящевых и костных рыб, 2) ланцетника и рыб, 3) земноводных и рыб, 4) пресмыкающихся и рыб.

Пояснение.

У головастика есть признаки рыб, что говорит о родстве и происхождении земноводных от рыб.

Рисунок 39 - Задание из ЕГЭ: «Признаки родства головастика амфибий и рыб»

10 Задания Д13 № 3710  ●

Наиболее древними земноводными считаются:

- 1) ихтиозавры, 2) стегоцефалы, 3) тритоны, 4) жабы.

Пояснение.

Стегоцефалы — предшественники земноводных, возникли в девонском периоде палеозойской эры, из этой группы они самые древние. Тритоны и жабы — представители современных Земноводных.

Ихтиозавры — пресмыкающиеся.

Ответ: 2

Рисунок 40 - Задание из ЕГЭ: «Происхождение земноводных»

Любой теоретический материал необходимо закреплять на практике. В нашем случае это будут проверочные задания, так же составленные в рамках интерактивного курса (рис. 41 и 42). В одной китайской притче говорится: «Скажи мне – и я забуду; покажи мне – и я запомню; дай сделать – и я пойму». В этих словах находит свое отражение суть интерактивного обучения. Популярной технологией, реализуемой в рамках ФГОС, является использование информационно-коммуникационных технологий. Примером такой технологии служит ресурс LearningApps.org, который создан для поддержки обучения и преподавания с помощью небольших общедоступных интерактивных модулей (далее - упражнений). Данные упражнения создаются онлайн и в дальнейшем могут быть использованы в образовательном процессе. Для создания таких упражнений на сайте предлагается несколько шаблонов (упражнения на классификацию, тесты с множественным выбором и т. д.). Данные упражнения не являются законченными учебными единицами и должны быть интегрированы в сценарий обучения.

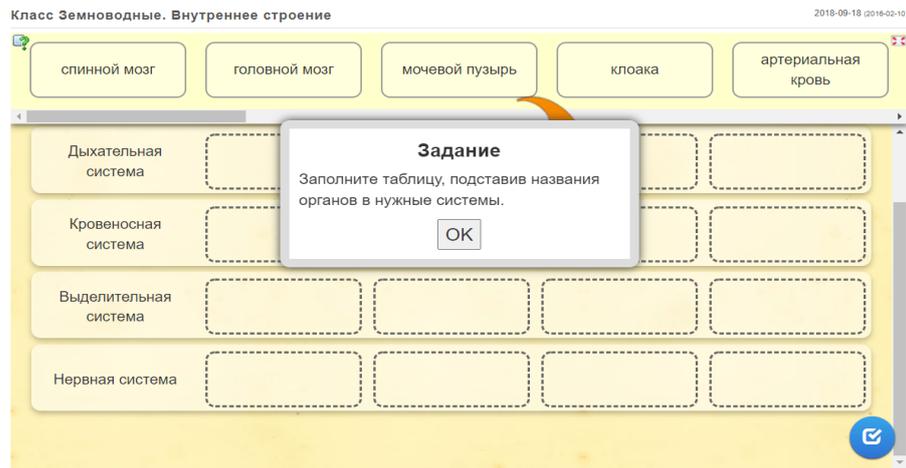


Рисунок 41 - Задание – Внутреннее строение земноводных

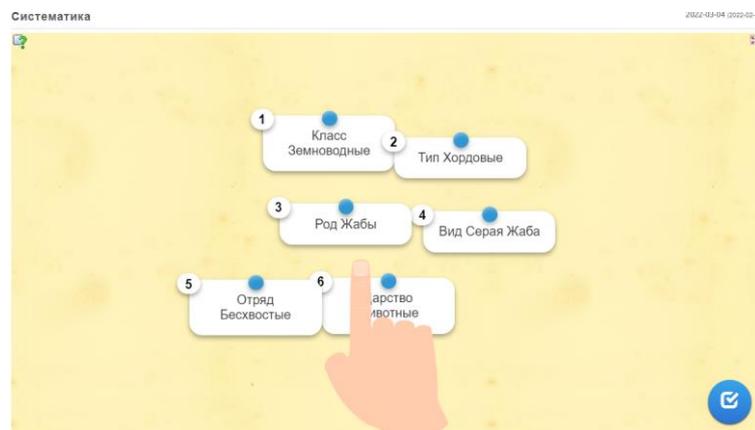


Рисунок 42 - Задание по систематике Земноводных

Для чего можно использовать ресурс? Сервис для создания интерактивных уроков: позволяет выбрать понравившееся упражнение из каталога или создать собственное по одному из представленных шаблонов. Закрепить полученные знания в игровой форме учащиеся смогут с помощью таких заданий: «Найти пару», «Классификация», «Заполнить пропуски», «Викторина с выбором правильного ответа», «Сортировка картинок» и других. Существующие модули могут быть непосредственно включены в содержание обучения, а также их можно изменять или создавать в оперативном режиме. Целью является собрание интерактивных блоков и возможность сделать их общедоступным. Такие блоки (так называемые приложения или упражнения) не включены по этой причине ни в какие

программы или конкретные сценарии. Они имеют свою ценность, а именно - интерактивность. При желании любой педагог, имеющий самые минимальные навыки работы с ИКТ, может создать свой ресурс, выстроить индивидуальные траектории изучения учебных курсов, создать свой собственный банк учебных материалов.

Данный интерактивный курс был апробирован в образовательной среде. Учащимся было предложено изучить его и решить проверочные задания. На слайде представлены результаты проведенного тестирования. Для начала был проведен вводный тест для определения уровня остаточных знаний у учащихся по данной теме.

Таблица перевода баллов в отметки по пятибальной шкале

Отметка по пятибальной шкале	«2»	«3»	«4»	«5»
Первичные баллы	Менее 10	10-14	15 - 17	17 - 20

Процентное содержание выполненных работ представлены в диаграмме 1. На положительную оценку (4 и 5) тест выполнили 69,8% (рис. 43). На оценку удовлетворительно тест выполнили 30,2% учащихся. Не справившихся с данной формой работы учащихся нет.

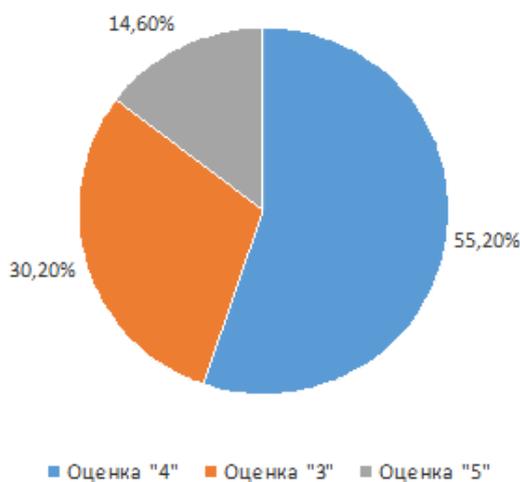


Рисунок 43 - Диаграмма о результатах тестирования до прохождению курса «Анатомо-физиологические адаптации амфибий к разным средам обитания»

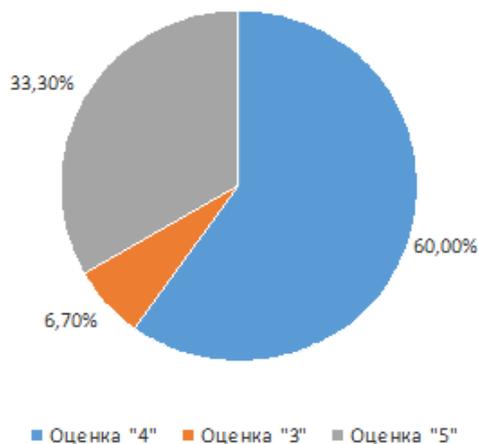


Рисунок 44 - Диаграмма о результатах тестирования после прохождения интерактивного курса «Анатомо-физиологические адаптации амфибий к разным средам обитания»

На диаграмме 2 представлены результаты тестирования после изучения учащимися интерактивного курса (рис. 44). Как вы видите, процент положительных оценок 93,3%, а процент выполненного теста на удовлетворительно, составил всего 6,7%, то есть 1 учащийся. Не справившихся с данной формой работы учащихся так же нет.

Выводы

1. На территории Средней Сибири обнаружено 6 видов земноводных из которых 4 вида относятся к бесхвостым (*Pelophylax ridibunda*, *Bufo bufo*, *Rana arvalis*, *Rana amurensis*) и 2 – к хвостатым (*Salamandrella keyserlingii*, *Triturus vulgaris*). В Красную Книгу Красноярского края (2012 г.) занесены *Triturus vulgaris*, *Pelophylax ridibunda*, *Rana amurensis*;

2. Земноводные в своем строении и физиологии объединили как черты первичноводных животных (откладывание икры в воде, дыхание жабрами (на личиночной стадии) и через кожу и пр.), так и особенности наземных позвоночных на стадии *adultus* (наличие функционирующих легких, пятипалая конечность и т.п.). Благодаря этим анатомо-физиологическим чертам строения *Amphibia* можно отнести к важной эволюционной промежуточной группе;

3. Интерактивный курс «Анатомо-физиологические адаптации к разным средам обитания на примере амфибий», включает в себя лекции, презентации, и контрольные вопросы для двух уровней сложности: базовый и профильный. В результате прохождения курса обучающиеся познакомились с видовым составом, классификацией, филогенией амфибий и их анатомо-физиологическими адаптациями к разным средам жизни на различных жизненных стадиях. По результатам тестирования процентное содержание успешно выполненных работ повысилось с 69,8% до 93,3%, что говорит о качестве предоставленного материала по интерактивному курсу.

Список литературы

1. Ананьева Б.Н., Боркин Л.Я., Даревский И.С. Земноводные и пресмыкающиеся: Энциклопедия природы России. М.: АБФ, 1998 С. 96,100.
2. Банников А.Г., Даревский И.С., Рустамов А.К. Земноводные и пресмыкающиеся СССР. М.: Мысль, 1971. 303 с.
3. Банников А.Г. Жизнь животных. Земноводные, пресмыкающиеся. Т. 4. Часть 2. М.: Просвещение, 1969. 485 с
4. Баранов А.А., Банникова К.К. Биоразнообразие позвоночных животных Средней Сибири: учебное пособие / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2018. 460 с.
5. Баранов А.А., Банникова К.К., Найман М.А. Закономерности морфофункциональной организации и эволюции хордовых животных: учебное пособие / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2020. 324 с.
6. Баранов А.С., Городилова С.Н. Земноводные лесостепи Средней Сибири: монография. Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2015. 193 с.
7. Белоусов Д.Л. Эволюция систем органов: учебное пособие по общей биологии. Троицк. Троицк, 2009 г. 40 с.
8. Беляев Д.К., Бородин П.М. Общая биология: Учеб. для 10 – 11 кл. общеобразоват. учреждений. 5-е изд.,испр. М.: Просвещение, 2005. 304 с.
9. Биология. 5—9 классы: рабочая программа к линии УМК под ред. В. В. Пасечника: учебно-методическое пособие. М.: Дрофа, 2017. 54 с.

10. Боголюбов А.С. Изучение видового состава и численности амфибий. М.: Экосистема, 2002. С. 2-8.
11. Боркин Л.Я., Даревский И.С., Орлов Н.Л. Класс Амфибии или Земноводные. Энциклопедия природы России. М.: АБФ, 1998. С. 20-180.
12. Воронкова, Ю.Б. Информационные технологии в образовании. Ростов н/Д: Феникс, 2010. 314 с.
13. Голикова Т.В., Галкина Е.А. Современные технологии обучения биологии: учебно-методическое пособие / Красноярск. гос. пед. ун. им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2015. С. 136-150.
14. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3-х т. Т.1. М.: Мир, 1990. 368 с.
15. Держинский Ф.Я. Сравнительная анатомия позвоночных животных. М.: Аспект-Пресс, 2005. С.100, 130.
16. Захаров В. Б. Биология. 5—9 классы: рабочая программа к линии УМК «Живой организм»: учебно-методическое пособие / В. Б. Захаров, Н. И. Сонин. М.: Дрофа, 2017. 46 с.
17. Захарова, И.Г. Информационные технологии в образовании: Учебное пособие. М.: Академия, 2012. 304 с.
18. Константинов В.М. Биология: 7 класс: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений. 5-е изд.,испр. М.: Вентана Граф, 2016. 288 с.

19. Малышева Т.В. Влияние методов интерактивного обучения на развитие коммуникативной компетенции учащихся // Учитель в школе. 2010. № 4. С. 14–16.
20. Наумов С.П. Зоология позвоночных. Учебник для студентов биолог. специальностей пед. институтов. 3-е изд. М.: Просвещение, 1973.
21. Наумов Н.П., Карташев Н.Н. Зоология позвоночных. М.: Высш. шкл., 1979. Т.1. С. 265-317.
22. Ноздрачёв А.Д., Поляков Е.Н. Анатомия лягушки. М.: Высш. шкл., 1994. С. 200, 243.
23. Пасечник В.В. Биология. 7 класс: учебник для общеобразоват. организаций / под ред. В.В. Пасечника. 3-е изд. М.: Просвещение, 2014. – 256 с.
24. Пономарёва И. Н., Кучменко В. С., Корнилова О. А. Биология. 5—9 классы. Концентрическая структура. Рабочие программы к линии УМК под редакцией И. Н. Пономарёвой: учебно-методическое пособие. М.: Вентана - Граф, 2017. 88 с.
25. Савченко А.П., Баранов А.А. и др. Красная книга Красноярского края: В 2-х т. Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных. 3-е изд., перераб. и доп.; СФУ: Красноярск, 2011. 205 с.
26. Смирнов, А.В. Технические средства в обучении и воспитании детей: Учеб. пособие для средних учеб. заведений. М.: Академия, 2005. 208 с.
27. Смирнов С.В. Метаморфоз хвостатых амфибий: особенности, механизмы регуляции и эволюция // Журнал общей биологии. 2006. № 5. С. 323–334.

28. Теремов А.В. Биология. Биологические системы и процессы. 11 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений (профильный уровень). 2-е изд. М.: Мнемозина, 2012. 400 с.
29. Удалов С.Р. Подготовка педагогов к использованию средств информатизации и информационных технологий в профессиональной деятельности: монография. Омск: ОмГПУ, 2005. 210 с.
30. Федотова Е.Л., Федотов А.А. Информационные технологии в науке и образовании: Учебное пособие. М.: Форум, 2018. 256 с.
31. Чепыжова Н.Р. Использование информационно-коммуникационных технологий для повышения качества обучения // Среднее профессиональное образование. 2010. №6. С. 13-15.



Содержание

- Систематика и классификация амфибий
- Местообитание (распространение в Средней Сибири)
- Внешнее строение
- Внутреннее строение
- Размножение и развитие
- Происхождение
- Значение





Почему земноводные получили такое

название?

Класс Земноводные объединяет **холоднокровных*** позвоночных животных, приспособленных к жизни в наземно-воздушной и водной средах. Этот класс занимает промежуточное положение между водными позвоночными и наземными позвоночными



Животные, у которых температура тела изменяется в зависимости от температуры окружающей среды.

*Вспомните, каких животных называют холоднокровными?



Каково внешнее строение лягушки, в связи с водно - наземным образом жизни?

Тонкая кожа лягушки проницаема для воды и газов, увлажняется слизью

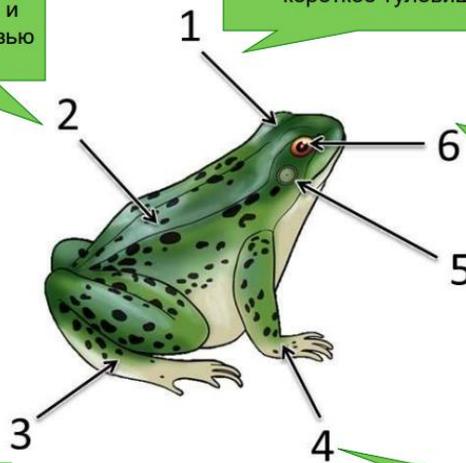
Крупная голова плавно переходит в широкое и короткое туловище

На голове видны выпуклые глаза. Их прикрывают веки, которые защищают от высыхания и засорения

Барabanная перепонка – наружная часть органа слуха

Задние ноги

Передние ноги





Отряд бесхвостые

Типичный пример бесхвостых амфибий - лягушка



Отряд бесхвостые

Жабы имеют сухую, бугристую кожу. Летом обитают в лесах и огородах

Отряд бесхвостые

Квакши отличаются небольшим размером, тонким телом и лапами с присосками на концах пальцев, для обитания на стволах деревьев



Дыхательная система

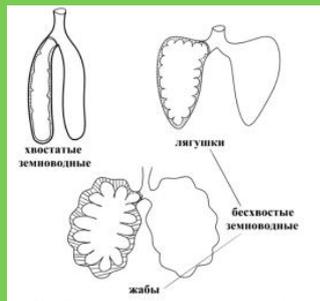
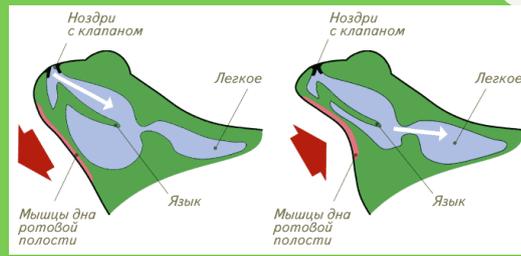


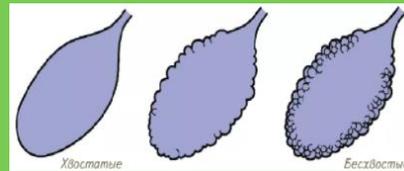
Схема строения легких у земноводных



Вдохи и выдохи происходят за счёт опускания и подъёма дна ротовой полости.



Органы дыхания земноводных

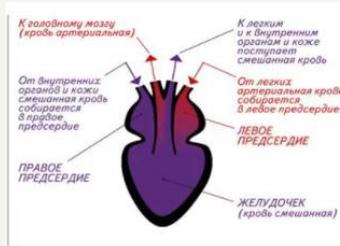
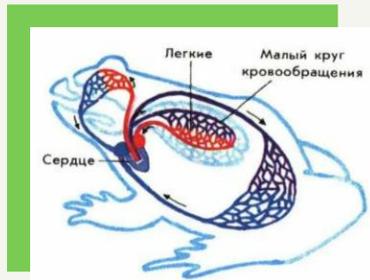


Легкие земноводных - небольшие вытянутые мешочки с тонкими эластичными стенками, в которых ветвятся многочисленные капилляры.

Транспортная система

В связи с возникновением лёгких у земноводных появился второй круг кровообращения, кровь движется от сердца к лёгким, насыщается там кислородом и возвращается к сердцу. Сердце трёхкамерное: имеются два предсердия и один желудочек.

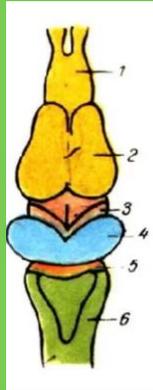
Общая схема организации транспортной системы земноводных (взрослой особи)



Строение сердца земноводных (взрослой особи)



Нервная система и органы чувств



Головной мозг земноводных:

- 1 – обонятельные доли;
- 2 – передний мозг; 3 – средний мозг;
- 4 – мозжечок; 5 – продолговатый мозг;
- 6 – промежуточный мозг



Рыбы

Амфибии

- Среднее ухо

- Барабанная перепонка

- В головном мозге сильнее развит передний мозг, разделённый на два полушария

- Плохо развит мозжечок

- Подвижные веки
- Слёзные железы

Как лягушка

передвигается на суше и в воде?



Задние ноги снабжены плавательными перепонками, натянутыми между пальцами. Гладкая и скользкая кожа облегчает движение в воде



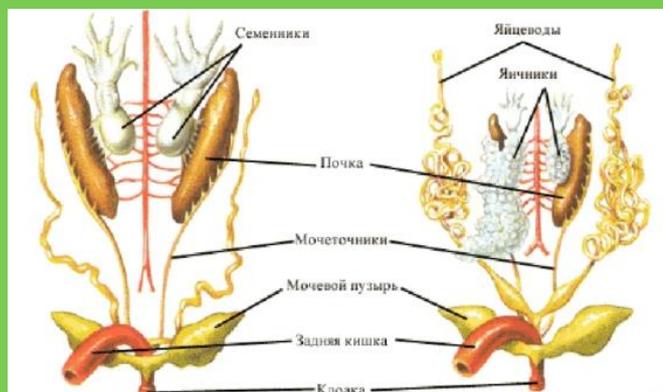
Прыгая, лягушка с силой отталкивается от земли задними ногами, приземляясь на передние ноги, они предохраняют лягушку от удара



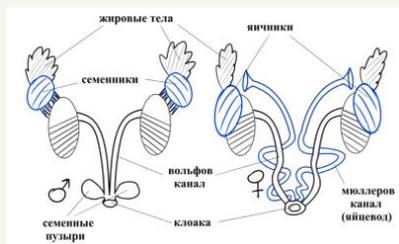
Выделительная система

Органы выделения – **парные туловищные почки.**

Вредные продукты жизнедеятельности из крови переходят в почки и в виде мочи поступают в мочеточники, которые открываются в клоаку. По стенке клоаки моча стекает в мочевой пузырь



Половая система



Общий план организации половой системы земноводных: слева – мужская особь, справа – женская

- преимущественно оплодотворение наружное;
- внутреннее у хвостатых и безногих

Основные направления совершенствования системы:

- развитие половых желез;
- совершенствование, удлинение и дифференцировка половых путей

Ароморфозы:

- дифференцировка и удлинение яйцевода;
- копулятивные органы

Идиоадаптации:

- жировые тела над половыми железами;
- семенной пузырек у самцов;
- метаморфоз в онтогенезе;
- внутреннее оплодотворение хвостатых земноводных;
- развитие яйцеклеток в специальных органах (ячейки в коже, глоточный мешок)



Этапы непрямого (с метаморфозом) развития земноводных

Происхождение амфибий

Предками земноводных среди древних животных считают кистеперых рыб.



Стегоцефалы — переходная форма между кистеперыми рыбами и земноводными

Все данные сравнительной морфологии и биологии указывают, что предков амфибий следует искать среди древних кистеперых рыб. Переходными формами между ними и современными амфибиями были ископаемые формы — стегоцефалы, существовавшие в каменноугольном, пермском и триасовом периодах. Эти древнейшие земноводные, судя по костям черепа, были чрезвычайно сходны с древними кистеперыми рыбами. Характерные признаки их: панцирь из кожных костей на голове, боках и животе; спиральный клапан кишок, как у акулых рыб, отсутствие тел позвонков.

Расцвет (период биологического прогресса) земноводных приходится на каменноугольный период, ровный, влажный и теплый климат которого был благоприятен для амфибий. Только благодаря выходу на сушу позвоночные получили возможность в дальнейшем прогрессивно развиваться.

Анатомо-физиологические адаптации к разным средам обитания на примере амфибий

- В зависимости от приспособлений к среде обитания хордовых животных разделяют на две большие группы (блока): **Anamnia** – первичноводные; **Amniota** – позвоночные наземно-воздушной среды обитания. Земноводные в своем строении и физиологии объединили как черты первичноводных (откладывание икры в воде, дыхание жабрами и через кожу и пр.), так и особенности наземных позвоночных (наличие функционирующих легких, пятипалая конечность)

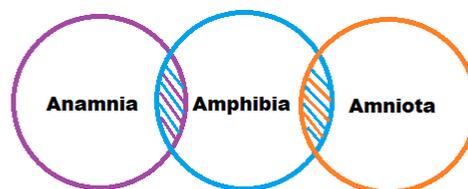


Рис. 1. Классификация хордовых животных в зависимости от среды обитания и особенностей морфофункциональной организации

Земноводные, или **амфибии**, - первые наземные позвоночные, еще сохранившие значительные связи с водной средой.

Отряд Бесхвостые

Туловище у них короткое, шея не выражена, хвоста нет, парные конечности хорошо развиты, причем задние конечности в два-три раза больше передних и служат для характерного передвижения прыжками



Озерная лягушка в Назаровском р-не

Отряд Хвостатые

Все хвостатые амфибии характеризуются тем, что имеют удлиненное туловище, переходящее в хорошо развитый хвост.



Сибирский углозуб в пойме р. Береш

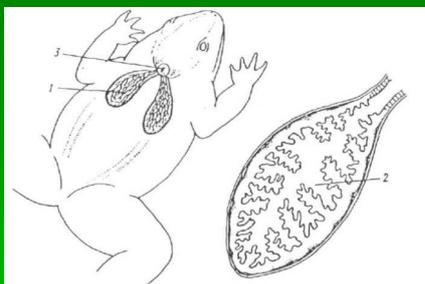
Отряд Безногие

По-видимому, это очень древние земноводные, дожившие до наших дней благодаря приспособленности к роющему образу жизни.



Обыкновенная червяга
На территории Средней Сибири не обитает

Дыхательная система



Легкие амфибий 1 – легкие, 2- их внутренняя структура, 3 – гортань.

В совершенствовании организации дыхательной системы можно выделить несколько направлений (тенденций):

- смена органов дыхания (с жабр на легкие);
- увеличение площади дыхательной поверхности;
- совершенствование механизмов дыхания;
- появление дыхательных путей;
- разделение воздухоносных и респираторных отделов легких; – повышение уровня метаболизма.



Перистые наружные легкие у личинки тритона

Покровы земноводных

- Гладкие кожные покровы (лишены любых костных образований),
- Обильно насыщены сетью капилляров (необходимо для осуществления обменных процессов; водно-солевой обмен, газообмен и пр.).
- Также кожа богата железами: выделяемая ими слизь покрывает все тело, увлажняя кожу и предохраняя ее от высыхания, что обеспечивает участие кожи в газообмене.

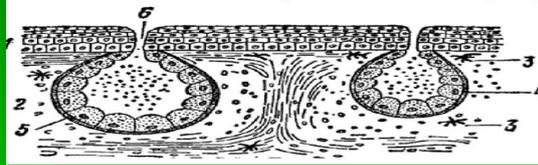


Схема разреза через кожу амфибий 1 – эпидермис, 2 – кориум, 3 – пигментные клетки, 4 – железистые клетки, 5 – мускульная оболочка кожной железы, 6 – выводной проток железы



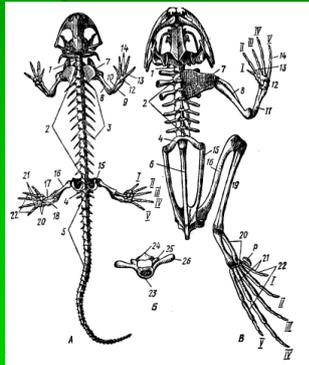
На коже у жаб есть слизь, уменьшающая потерю воды



У древесной лягушки на коже есть ядовитые железы

Опорно-двигательная система

- Появление двух новых отделов позвоночника: шейный и крестцовый
- Позвоночный столб у бесхвостых очень короткий и заканчивается длинной косточкой - уrostилем, который образовался из рудиментов хвостовых позвонков. У хвостатых земноводных этот отдел позвоночного столба состоит из ряда позвонков.
- Ребра слабо развиты (у хвостатых земноводных) или редуцированы, а их остатки слились с поперечными отростками позвонков (у остальных амфибий).
- Скелет передней конечности состоит из плечевой кости, двух костей предплечья



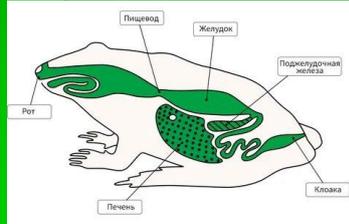
Скелет саламандры (А) и лягушки (В):

- 1 – шейный позвонок, 2 – туловищные позвонки, 3 – ребра, 4 – крестцовый позвонок, 5 – хвостовые позвонки, 6 – уrostиль, 7 – пояс передних конечностей, 8 – плечо, 9 – локтевая кость, 10 – лучевая кость, 11 – сросшиеся лучевая и локтевая кости, 12 – запястье, 13 – пясть, 14 – фаланги пальцев, 15 – кости тазового пояса, 16 – бедро, 17 – большая берцовая кость, 18 – малая берцовая кость, 19 – сросшиеся малая и большая берцовые кости, 20 – предплюсна, 21 – плюсна, 22 – фаланги пальцев, 23 – тело позвонка, 24 – верхняя дуга

Пищеварительная система

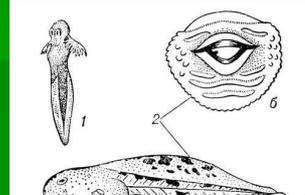
Взрослая особь

- Во взрослом состоянии хищники
- У амфибий в ротоглоточной полости есть недифференцированные зубы, которые прикрепляются к кости, а вершиной обращены назад (у жаб зубы отсутствуют).
- Впервые в процессе эволюции появляются мышечный язык и слюнные железы, протоки которых открываются в ротоглоточную полость.
- Идет дальнейшая дифференцировка кишечника, а именно выделяются двенадцатиперстная и прямая кишки, а также происходит удлинение кишечника.



Головастик

- Сходен со взрослыми характер их питания: они подкарауливают и ловят мелких водных беспозвоночных. Питание личинок бесхвостых земноводных иное.
- После вылупления они питаются преимущественно растительной пищей.
- На челюстях расположены роговые пластинки, при помощи которых головастики, как скребок, собирает водоросли, сгрызает пласти клетки мягких водных растений вместе с покрывающими их одноклеточными организмами

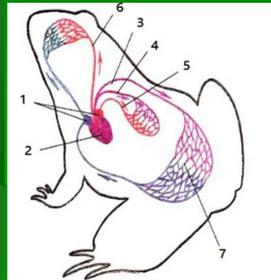


Головастик остромордой лягушки. 1 – на ранней стадии развития, с наружными жабрами; 2 – на более поздней стадии развития; а – общий вид; б – рот головастика с роговым клювиком и рядами губных зубов.

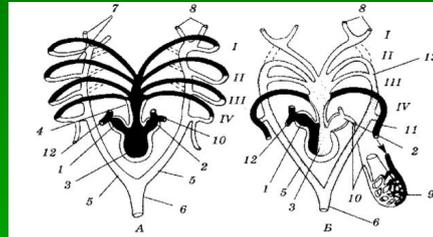
Кровеносная система

В совершенствовании организации транспортной системы можно выделить несколько направлений (тенденций):

- увеличение скорости кровотока;
- разделение кровяного русла на малый (легочный) и большой (системный) круги кровообращения;
- повышение показателей крови (объем крови, количество гемоглобина, размер эритроцитов)



Кровеносная система лягушки
1 – Предсердия, 2 – Желудочек, 3 – дуга аорты, 4 – легочная артерия, 5 – легочная вена, 6 – сонная артерия, 7 – капиллярная сеть



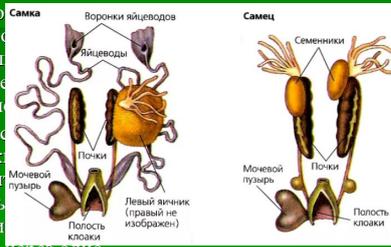
Кровообращение у земноводных: А – головастик (личинка с одним кругом кровообращения), Б – взрослая особь (с двумя кругами кровообращения); I, II, III, IV – артериальные дуги жаберных артерий; 1 – правое предсердие, 2 – левое предсердие, 3 – желудочек, 4 – артериальный конус, 5 – корни аорты, 6 – спинная аорта, 7 – жабры, 8 – сонные артерии, 9 – легкие, 10 – вены, приносящие артериальную кровь из легких, 11 – легочные артерии, приносящие венозную кровь из сердца, 12 – вены, приносящие венозную кровь из всего тела

Выделительная система

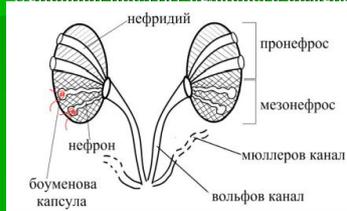
Взрослая особь

Головастик

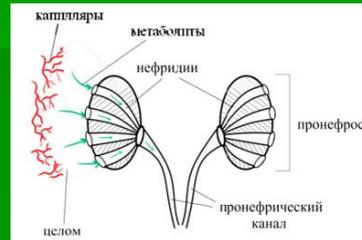
- Функционирует мезонефр, в которой работает фильтрация (в мальпигиальных клубочках) и наиболее эффективная реабсорбция (обратный транспорт).
- Наличие клоаки – разделение конечной части кишечника и мочевыводящих протоков, т.е. конечные продукты пищеварения, моча и продукты выведения через одно отверстие.
- Основной продукт белкового обмена – аммиак.



В головастике заключены в полости тела метанефры, в зависимости от своего расположения они носят название **головных метанефрос**, головные метанефры только у личинок.



Мезонефрическая почка



Головная почка

Половая система

- Развитие личинок с метаморфозом (превращением). В связи с небольшим количеством питательных веществ в икринке, зародыш не может долго находиться в икринке, зародыш похожий на взрослую особь (как в других группах костных рыб, в том числе и карповых). Поэтому из икринок выводятся головастики – личинки, так как не имеют конечностей, но имеют жабры.



- Основное отличие земноводных от рыб – разделение мочевых и половых протоков сходно с земноводными, в том числе и карповыми. Размножение и развитие земноводных происходит в воде. У бесхвостых земноводных оплодотворение происходит в воде, у хвостатых внутреннее.



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



**КРАСНОЯРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. В. П. АСТАФЬЕВА**

**XXII Международный
научно-практический
форум студентов, аспирантов
и молодых учёных
Молодёжь и наука XXI века**

ДИПЛОМ

II степени

награждается

**Гоманец Олег Романович
Гоманец Анна Сергеевна
Долгих Екатерина Алексеевна**

за представление научно-исследовательской работы
«ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ, ЧИСЛЕННОСТЬ АМФИБИЙ
(АМФИБИЯ) СЕВЕРНЫХ ЛЕСОСТЕПЕЙ СРЕДНЕЙ СИБИРИ»
на научно-практической конференции «БИОЭКО»
в рамках XXII Международного научно-практического форума
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Молодежь и наука XXI века»

**ПРОРЕКТОР ПО НАУЧНОЙ РАБОТЕ
И ВНЕШНЕМУ ВЗАИМОДЕЙСТВИЮ**

С.В. БУТАКОВ

КРАСНОЯРСК, 2021

13 мая