

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего  
образования  
«Красноярский государственный педагогический университет им. В.П.  
Астафьева»  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Факультет биологии, географии и химии  
Выпускающая кафедра биологии и экологии

Симанович Ирина Николаевна  
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**Изучение эволюционных приспособлений на примере  
класса амфибий (*Amphibia*) в основной  
школе**

Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование  
Направление (профиль) образовательной программы: Биология

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: 21.06.2018 г.  
Обучающийся: Симанович И.Н.

\_\_\_\_\_

Оценка \_\_\_\_\_

Красноярск, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....   | 3  |
| ГЛАВА 1. ВИДОВЫЕ ОЧЕРКИ АМФИБИЙ СРЕДНЕЙ СИБИРИ.....   | 5  |
| 1.1. Видовой состав амфибий на территории Средней Сибири... ..  | 5  |
| 1.2. Распространение и особенности биологии земноводных на территории Средней Сибири .....              | 6  |
| ГЛАВА 2. ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ КЛАССА АМФИБИЙ.....  | 19 |
| 2.1. Происхождение и эволюция амфибий.....  | 19 |
| 2.2. Эволюционные преобразования всех систем органов амфибий.....                                       | 23 |
| ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ НА ТЕМУ: «ЭВОЛЮЦИЯ АМФИБИЙ».....                             | 38 |
| 3.1. Факультативные занятия. Их место и роль в биологическом образовании.....                           | 38 |
| 3.2. Методологические принципы проведения факультативных занятий.....                                   | 39 |
| 3.3. Факультативное занятие на тему: «Как рыбы научились ходить».....                                   | 45 |
| 3.4 Факультативное занятие на тему: «Класс земноводные. Происхождение первых наземных позвоночных»..... | 51 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....   | 60 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....  | 61 |
| Приложение А.....   | 65 |

## 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. Поэтому при изучении эволюции в школьной программе, на примере класса земноводных, раскрывается вопрос о происхождении амфибий, показывается возможный путь их исторического развития, что имеет большое значение в формировании научно-материалистического мировоззрения школьников.

Как правило, времени для изучения данной темы в школьной программе отводится крайне мало. Поэтому разработка факультативного занятия на тему: «Эволюция амфибий» в яркой, познавательной и продуктивной форме является важной задачей практической части данной выпускной квалификационной работы.

### **Цель исследования:**

Изучение эволюционных приспособлений на примере класса амфибий в общеобразовательной школе.

Реализация поставленной цели потребовала решения определенных **задач:**

1. Изучить особенности распространения класса амфибий на южной части территории Средней Сибири и видовой состав земноводных обитающих на этой территории.

2. Изучить эволюционные преобразования класса амфибий.

3. Изучить методические рекомендации и разработать содержание к факультативным занятиям на тему: «Эволюция амфибий в связи с переходом от водного к водно – наземному образу жизни».

В ходе решения поставленных задач применялись такие методы исследования как: анализ научной, педагогической и методической литературы.

Практическая значимость исследования заключается в том, что при использовании результатов исследования будет повышен уровень усвоения материала школьного курса биологии, произойдет укрепление межпредметных связей биологии с другими школьными дисциплинами.

Выражаю благодарность за помощь в подготовке выпускной квалификационной работы научному руководителю доценту кафедры биологии и экологии КГПУ им. В. П. Астафьева Городиловой Светлане Николаевне.

# Глава 1. ВИДОВЫЕ ОЧЕРКИ АМФИБИЙ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

## 1.1 Распространение и особенности биологии земноводных на территории Средней Сибири

Изначально, Сибирь называли землей или страной и это не случайно. Эта территория уникальна по своим климатическим и рельефным характеристикам, по своим природным ресурсам.

Средняя Сибирь, площадь которой примерно равна 4 млн. км.2, представляет собой Среднесибирское плоскогорье с прилегающей к нему Енисейской географической областью с западной стороны. С северной стороны в неё включены: Северо-Сибирская низменность, полуостров Таймыр, горы Бырранга и архипелаг Северная Земля. С южной стороны Саянский горный пояс (рис. 1) [11].

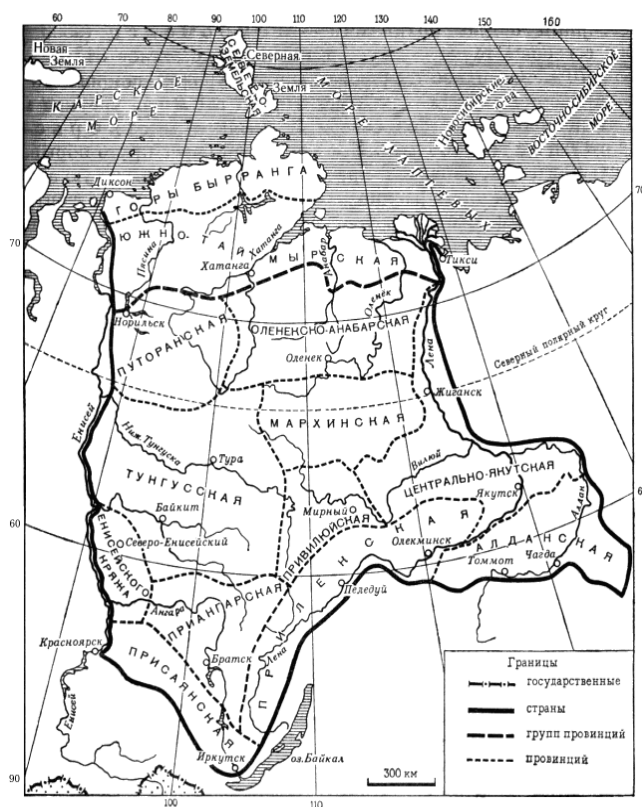


Рисунок 1 - Территория Средней Сибири

В отношении природы эта территория очень разнообразна и включает большое разнообразие природных зон. Проявление зональности осложнено опять же, большой пересеченностью рельефа

и приподнятостью территории (проникновение земноводных затруднено), возникновением особых условий микропоясности во многих районах Средней Сибири. Сочетание зон и поясов имеет свои особенности. Далеко к северу заходят леса, средняя и южная тайга имеет наибольшую ширину. Степи и лесостепи имеют островной характер распространения. Всё это, а так же наличие многолетней мерзлоты и резко континентального климата оказывает большое влияние на распространение интересующего в данной работе класса земноводных на территории Средней Сибири [32].

Природной зоной обитания амфибий в Средней Сибири является лесостепь. И как говорилось ранее, на этой территории она имеет островной характер: участки распространены и расположены фрагментарно в крупных межгорных котловинах: Чулымо-Енисейской, Абакано-Минусинской, Канско-Рыбинской. В этих котловинах выделяют: Красноярскую, Канскую, Назаровскую, Ачинскую, Июсо-Ширинскую, Минусинскую лесостепи, разделенные между собой невысокими заселенными поднятиями Кемчугского нагорья и Южно-Енисейского кряжа [3].

В связи со всеми этими факторами, земноводные лесостепей Средней Сибири приурочены к интразональным условиям, где формируется особый микроклимат, благоприятный для жизнедеятельности обитающих здесь земноводных и различных групп беспозвоночных животных являющихся кормовой базой амфибий [5].

### **1.2 Видовой состав амфибий на территории Средней Сибири**

Нужно отметить, что видовой состав на территории средней Сибири представлен очень немногочисленно: пять видов бесхвостых земноводных и два вида хвостатых (Таблица 1). Причиной этому послужили климатические и рельефные особенности территории Средней Сибири, описанные ранее.

Таблица 1- Классификация амфибий обитающих на территории Средней Сибири

| Амфибии Средней Сибири                         |   |
|--|---|
| Отряд Бесхвостые (Anura)                       | Отряд Хвостатые (Caudata)                               |
| Остромордая лягушка ( <i>Rana arvalis</i> )    | Сибирский углозуб ( <i>Salamandrella Keyseilingii</i> ) |
| Озерная лягушка ( <i>Pelophax ridibundus</i> ) | Обыкновенный тритон ( <i>Lissotriton vulgaris</i> )     |
| Сибирская лягушка ( <i>Rana amurensis</i> )    |   |
| Серая жаба ( <i>Bufo Bufo</i> )                |   |
| Зеленая жаба ( <i>Bufo viridis</i> )           |   |

*Остромордая лягушка Rana arvalis Nilsson, 1842 (рис.2)*

Царство: Животные (Animalia)

Тип: Хордовые (Chordata)

Класс: Земноводные (Amphibia)

Отряд: Бесхвостые (Anura)

Семейство: Настоящие лягушки (Ranidae)

Род: Лягушки (Rana)



Рисунок 2 - Остромордая лягушка (*Rana arvalis*)

Рисунок 3 - Распространение остромордой лягушки (*Rana arvalis*)

Распространен этот вид обычно в центральных районах Европейской части России, в Западной и Средней Сибири (северная граница ареала доходит до плато Путорана, а южная граница -до северо-восточной границы Республики Тыва), Северный Казахстан, на восток до Алтая, Тувы и Забайкалья (рис.3) [6].

Населяет остромордая лягушка леса, лесостепи и частично степи. В Средней Сибири это: Канская, Минусинская, Июсо -Ширинская лесостепи. Проводит на суше всю жизнь, кроме периода размножения. Только у северных границ ареала держится в водоемах или в прибрежной зоне. Активность наступает в сумерки, ночью или днем во время дождя. В период размножения в воде бывает активной круглые сутки. Питается жуками, в иногда гусеницами, муравьями, пауками и другими беспозвоночными. Вне периода размножения ведет не активный образ жизни постоянно живет на площади 0,2 - 0,3 га. Большинство лягушек зимует на суше: в кучах листвы, норах грызунов, ямах и т. п. некоторая часть лягушек зимует в ручьях и торфяных болотах. Уходит на зимовку в сентябре - октябре. Покидает зимовку с конца марта до начала мая. В нерестовые водоёмы эти лягушки собираются с расстояния до одного километра. Икрометание наступает весной в апреле - мае. Самки бывают в водоеме всего несколько дней; самцы, поджидающие самок и издающие булькающие звуки, напоминающие отдаленный лай собак, остаются в водоеме до трех недель. Икра в виде одного, реже двух комков откладывается на мелководье, в хорошо прогреваемых местах. Икра около суток лежит на дне, затем всплывает. В одном месте часто образуется огромное количество икры, отложенной многими самками. Одна самка откладывает от 500 до 2700 яиц в зависимости от возраста. Икра развивается от 3 до 10 дней. Головастики тёмные, достигают длины 35 - 45 мм и развиваются обычно 60 - 65 дней (в некоторых случаях до 100 и более дней). Половая зрелость наступает на третьем году жизни.

Различия с другими видами: от травяной лягушки отличается высоким внутренним пяточным бугром, белым и без мраморного рисунка и пятен брюхом, от других видов – окраской [13].



*Озерная лягушка Pelophylax ridibundus, Pallas, 1771 (рис.4)*

Царство: Животные (Animalia)

Тип: Хордовые (Chordata)

Класс: Земноводные (Amphibia)

Отряд: Бесхвостые (Anura)

Семейство: Настоящие лягушки (Ranidae)

Род: Лягушки (Rana)



Рисунок 4 - Озерная лягушка (*Pelophylax ridibundus*)

Рисунок 5 - Распространение озерной лягушки (*Pelophylax ridibundus*)

Распространен этот вид обычно очень широко от северной границы Латвии через Россию до южных границ Киргизии, Казахстана, Грузии. В Средней Сибири была обнаружена в Ачинской, Назаровской лесостепях, в водном комплексе р. Чулым (рис.5)[21].

Всю жизнь этот вид проводит в воде или недалеко от неё, населяя самые разнообразные водоёмы, в том числе большие, быстротекущие реки. Тесная связь с водоемами позволяет озёрной лягушке проникать в пустыни, где нет других видов земноводных. Активность у этого земноводного длится почти круглые сутки, питается всевозможными беспозвоночными, чаще других - жуками, перепончатокрылыми, двукрылыми; иногда ловит также мелких птиц и их птенцов, мелких полевок, землероек, маленьких лягушат и мальков рыб. которые, в местах их концентрации - в рыбхозах - могут составлять в некоторые периоды наибольшую долю в питании озёрной лягушки. Зимует лягушка на дне

водоема. На зимовку уходит ещё в сентябре на севере ареала и в ноябре на юге; в теплые зимы в южных районах лягушка активна весь год. Выходит с зимовок в феврале - мае, и через 1 - 3 недели начинается икрометание. Самка откладывает от 3 тыс. до 12 тыс. икринок 3 - 10 порциями в виде плавающих комков. Икра развивается 4 - 9 дней в зависимости от температуры воды. Головастики вылупляются размером 5 - 8 мм в длину. Они питаются диатомовыми и зелёными водорослями, развиваются обычно от 80 до 90 дней, достигая при этом 50 - 90 мм длины. Иногда головастики перезимовывают. Половая зрелость наступает на третьем году.[7]

Различия с другими видами: от прудовой лягушки отличается низким пяточным бугром, тёмными пятнами на брюхе, серыми или чёрными резонаторами в углах рта самцов. От других лягушек, не изолированных от нее географически, отличается отсутствием тёмного височного пятна [2].

*Сибирская лягушка Rana amurensis Boulenger, 1886 (рис.6)*

Царство: Животные (Animalia)

Тип: Хордовые (Chordata)

Класс: Земноводные (Amphibia)

Отряд: Бесхвостые (Anura)

Семейство: Настоящие лягушки (Ranidae)

Род: Лягушки (Rana)



Рисунок 6 - Сибирская лягушка (*Rana amurensis*)

Рисунок 7 - Распространение сибирской лягушки (2)

Сибирская лягушка относится к сибирско-дальневосточному виду. Распространена она обычно почти по всей Сибири и Дальнему Востоку России, включая Сахалин, а также северную Монголию, северо-восток Китая и Корею. В Сибири на запад граница доходит до Свердловской области (около 64° в.д.), на север дальше в Якутию до 71° с. ш.[9].

Населяет этот вид лесные и лесостепные районы (Ачинская, Назаровская, Красноярская лесостепи), будучи преимущественно равнинным видом она предпочитает открытые влажные местообитания и тяготеет к водоемам. Встречается в поймах и долинах рек и озер, в Якутии, на заболоченных участках (мари, кочкарники), влажных осоковых и других лугах, среди кустарника, в том числе на морском побережье. По сырым местам лягушки проникают в леса, предпочитая разреженные лиственные, ольхово-березовые леса, изредка попадаясь в лесах другого типа. На юге Сахалина эти лягушки держатся на разнотравных полянах широколиственного леса, среди низкорослых зарослей бамбука. Лягушек можно обнаружить на окраинах поселков и городов, в парках, сельскохозяйственных угодьях (на сенокосных лугах, огородах, окраинах полей и т.д.). Животные явно избегают жить на склонах сопок, в глубине лесных массивов. Изредка лягушки встречаются по берегам слабо солоноватых водоемов [13]. Питание: головастики едят главным образом водоросли, растущие на подводных субстратах, а также высшие растения, детрит и мелких водных беспозвоночных. Молодые лягушки едят главным образом наземных насекомых, иногда водных членистоногих. Взрослые лягушки потребляют главным образом наземных беспозвоночных, иногда водных животных, которые особенно важны в северной части ареала лягушки. Спячка происходит с начала сентября до начала ноября (как правило, октябрь), в марте — начале июня (обычно апрель-май), в зависимости

от широты. Лягушка зимует в ямах на дне рек и озёр, а также в скважинах, как правило, группами до нескольких тысяч особей. Наземная спячка характерна для южных регионов. Сезон размножения происходит весной, с марта по апрель, а в холодных северных районах может продлиться до первой половины июля. Размножение происходит в различных некрупных водоемах, больших лужах и болотах со стоячей водой. Брачные крики отсутствуют, этот вид относится к группе «немых» бурых лягушек. В кладке около 250—4000 яиц, отложенных в одном или двух комках. Метаморфоз происходит в июне-августе. [21].

*Серая или обыкновенная жаба *Bufo bufo* Linnaeus, 1758 (рис.8)*

Царство: Животные (Animalia)

Тип: Хордовые (Chordata)

Класс: Земноводные (Amphibia)

Отряд: Бесхвостые (Anura)

Семейство: Жабы (Bufonidae)

Род: Жабы (*Bufo*)

Вид: Обыкновенная жаба (*Bufo Bufo*)



Рисунок 8 - Серая жаба (*Bufo Bufo*)

Рисунок 9 - Распространение серой жабы (*Bufo Bufo*)

Распространен этот вид жабы в Европейской части России, на юге Сибири и Дальнем Востоке (рис.9). В Средней Сибири она была обнаружена в Красноярской, Канской, Назаровской, Минусинской лесостепях [5]. Населяет леса, сады, парки, кустарники и балки в степях. В горы поднимается до 3000 м над уровнем моря. В дневное время

скрывается в лесной подстилке, норах грызунов и кротов, под упавшими деревьями, в корнях. Питание: в сумерки и ночью кормится пауками, муравьями, гусеницами, дождевыми червями. Зимует в норах, подвалах, погребах. На зимовку уходит в конце сентября и по октябрь. Пробуждается в конце марта - мае, когда идет на икрометание в стоячие или слабопроточные водоёмы. В водоемах бывает около 7 - 10 дней, откладывая икранные шнуры длиной 3 - 5 м, содержащие 1200 - 7000 икринок. Головастики развиваются около 50 дней, достигая 30 - 32 мм длины. Половая зрелость наступает на третьем (самцы) или на четвертом (самки) году. Приносит пользу, уничтожая вредных насекомых, особенно гусениц, на огородах и в садах.

Различия с другими видами: от зелёной жабы отличается окраской, отсутствием продольной складки на предплюсне, двойными сочленовными бугорками пальцев задних ног, от камышовой и монгольской жаб - отсутствием светлой полосы вдоль середины спины [6].

*Зелёная жаба Bufo viridis Laurenti, 1768 (рис. 10)*

Царство: Животные (Animalia)

Тип: Хордовые (Chordata)

Класс: Земноводные (Amphibia)

Отряд: Бесхвостые (Anura)

Семейство: Жабы (Bufo)

Род: Жабы (Bufo)



Рисунок 10 - Зеленая жаба (*Bufo viridis*)

Рисунок 11 - Распространение зеленой жабы (*Bufo viridis*)

Распространен этот вид жабы в Европейской части России (на север до 60° с. ш.), а также: Крым, Кавказ, Средняя Азия и юг Сибири до Алтая (рис. 11). Что касается Средней Сибири, то на этой территории вид не был обнаружен, но, однако в аннотированном списке амфибий Красноярского края этот вид присутствует. Скорее всего, произошла ошибка при установлении видовой принадлежности и за зеленую жабу приняли самцов серой жабы, которые в брачный период становятся слегка зеленоватого оттенка [5].

Обитает зеленая жаба в смешанных и широколиственных лесах, в степях и пустынях; поднимается в горы до 3000 м над уровнем моря и выше. Является наиболее устойчивым к сухости из наших земноводных. Ведет наземный образ жизни, бывая в водоемах только в период икрометания. Питается в сумерки и ночью, добывая жуков, клопов, гусениц, муравьев и т. п. В пустынях, видимо, впадает в летнюю спячку. На зимовку уходит в октябре - начале декабря в зависимости от температурных условий местности. Зимует в норах грызунов, под камнями, в ямах. Весной появляется с конца марта до середины мая и идет в водоемы для размножения. Самцы приходят раньше и издают мелодичные трели, во время которых раздувается, как шар, их непарный резонатор под кожей горла. [6].

Икрометание происходит с середины мая по июль. В кладке в виде шнура, в котором яйца расположены в два ряда, содержится до 12 тыс. икринок. Икринки шнуры длиной до 7 м оплетают подводные предметы или лежат на дне. Головастики длиной 6 - 7 мм появляются на 5 - 6 день. Развитие головастиков продолжается около 45 - 50 дней. Половой зрелости достигают на четвертом году.

Различия с другими видами: от серой жабы отличается окраской, одинарными сочленовными бугорками и продольной складкой на

предплюсне, от монгольской и камышовой жаб отличается отсутствием светлой полосы вдоль середины спины.

*Сибирский углозуб Salamandrella keyserlingii Dybowski, 1870 (рис.12)*

Царство: Животные (Animalia)

Тип: Хордовые (Chordata)

Класс: Земноводные (Amphibia)

Отряд: Хвостатые (Caudata)

Семейство: Углозубы (Hynobiidae)

Род: Сибирские углозубы (Salamandrella)



Рисунок 12 - Сибирский углозуб (*Salamandrella Keyserlingii*)

Рисунок 13 - Распространение сибирского углозуба (*Salamandrella Keyserlingii*)

Сибирский углозуб обладает самым обширным ареалом среди всех видов земноводных [21]. Распространен углозуб обычно от Курильских островов, Камчатки, Сахалина и Приморья на востоке и до Архангельской области, Коми АССР и Горьковской области на западе (рис.13). На территории средней Сибири расположен центр ареала данного вида, где он формирует локальные группировки [Сибирский углозуб, 1994]. Места находок углозуба представлены Красноярской, Канской, Ачинской лесостепью, горнолесным поясом Восточного Саяна, национальным парком «Шушенский бор» [5].

Этот вид является обитателем таежных лесов и проникает в тундру лишь по пойменным лесам. Обитая в зоне вечной мерзлоты, обладает большой стойкостью к низким температурам. Переносит охлаждение до -

6°, а при температуре близкой к 0° остается активным и способным к движению. За исключением короткого периода размножения (конец апреля - начало июля), взрослые особи всю жизнь проводят на суше, в прибрежной полосе водоема в 2 - 5 м от воды. Днем скрываются под упавшими деревьями и в лесной подстилке. Активность наступает в сумерках и ночью, когда они кормятся червями, наземными моллюсками, насекомыми и различными паукообразными. Зимуют, обычно, в гниющих стволах упавших деревьев, иногда по несколько десятков особей в одном месте. Заползают в трещины почвы, иногда очень глубоко. Бывали случаи, когда в таких трещинах, заполненных водой и глиной, сибирского тритона находили как «ископаемого жителя вечной мерзлоты [Городилова, 2010].

Весной сибирский углозуб приходит на икрометание в небольшие лесные водоёмы, где происходят брачные игры. Самка, зацепившись хвостом за подводное растение или корягу, совершает волнообразные движения телом, а самцы плавают кругами возле нее. Затем самка откладывает икрные мешки на растения или ветку в воде, а самец прикрепляет к верхушке мешка пакет сперматозоидов.

Парные продолговатые конусообразные прозрачные икрные мешки, закрученные спиралью в 1 - 3 оборота, длиной 180 - 210 мм и диаметром в задней части 19 - 22 мм содержат 40 - 125 яиц диаметром 7 - 9 мм (с оболочкой). Икра развивается 3 - 4 недели, и в последних числах мая - в июне появляются личинки около 10 мм длиной. По мере роста личинки её наружные жабры увеличиваются, и развивался невысокая кожистая складка на хвосте и спине, достигающая почти до передних ног. Достигнув в конце июля - середине августа длины 30 - 40 мм, личинка выходит на берег, теряя наружные жабры. Половая зрелость наступает на третьем году жизни.

Различия с другими видами: от всех видов хорошо отличается четырьмя пальцами на задних ногах.



*Обыкновенный тритон Lissotriton vulgaris Linnaeus, 1758 (рис. 14)*

Царство: Животные (Animalia)

Тип: Хордовые (Chordata)

Класс: Земноводные (Amphibia)

Отряд: Хвостатые земноводные (Caudata)

Семейство: Настоящие саламандры (Salamandridae)

Род: Гладкие тритоны (Lissotriton)

Распространен тритон обычно в Европейской части и Западной Сибири. На восток до севера Алтайского края (90° в. д.), на севере до Южной Карелии, Вологодской, Кировской, Тюменской, Омской и Томской



Рисунок 14 - Обыкновенный тритон (*Lissotriton vulgaris*)

Рисунок 15 - Распространение обыкновенного тритона (*Lissotriton vulgaris*)

областей, на юг до Чёрного моря (в Крыму нет), севера Волгоградской, Саратовской и Оренбургской областей. На Кавказе обитает к югу от Новороссийска - Краснодара - Ставрополя и в Ленкорани. Изолированные участки ареала в северном Приаралье и у оз. Балхаш (рис. 15) [13]. На территории Красноярского края имеются сведения о находке данного вида в Саяно-Шушенском заповеднике. Единичные находки в 2006 году были зафиксированы в районе д. Двинки и ст. Тюхтет, на границе с Томской областью. Это самая восточная точка ареала данного вида [5].

Населяет лиственные и смешанные леса, кустарники, избегая открытых пространств и полей. В горы поднимается не более 1200 - 1500 м над уровнем моря. Весну и начало лета проводит в мелких, обычно стоячих, водоемах (в северных районах, в Сибири и Казахстане в воде проводит почти все лето).

В воде бывает активным круглые сутки и питается личинками комаров, мелкими ракообразными, насекомыми. Постоянно поднимается к поверхности водоема за воздухом. Активным бывает в темное время суток или в дождь и питается дождевыми червями, многоножками, паукообразными, насекомыми. На зимовку проникает в норы грызунов, под листовую подстилку, в погреба. Происходит это обычно в октябре

В период брачных игр самцы откладывает сперматофоры на подводные предметы, а самки схватывают их краями клоаки. Самка откладывает от 60 до 700 (чаще 150) оплодотворенных яиц, каждое из которых приклеено к листу подводного растения. Задними лапами самка перегибает такой лист, так что икринка запечатывается между двумя створками согнутого листа. Личинки появляются через 14 - 20 дней и имеют длину тела около 6,5 мм. Личиночный период продолжается обычно 60 - 70 дней, и личинка перед выходом на сушу имеет длину 32 - 36 мм. При выходе на сушу исчезают жабры и плавниковая складка. В некоторый период года, особенно на севере, личинки зимуют, превращаясь во взрослых тритонов только на следующее лето. Половая зрелость наступает на 2 - 3 год жизни.

Различия с другими видами: от гребенчатого тритона отличается более мелкими размерами, гладкой (не зернистой) кожей, непрерывающимся у основания хвоста сплошным, незубчатым гребнем (у самцов в период размножения). От других европейских тритонов отличается пятнистым брюхом, а от сибирского углозуба - 5 пальцами на задних конечностях.

## ГЛАВА 2. ИЗУЧЕНИЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ КЛАССА АМФИБИЙ

### 2.1 Происхождение и эволюция амфибий

Историческое развитие эволюционных представлений, мы можем увидеть ещё в Древнем Китае, Индии, Греции, Риме. В трудах древних философов таких как: Анаксимандр Милетский, Гераклит, Аристотель можно увидеть предположения о возникновении развитии и строении живого мира, которые значительно позже были подтверждены и изучены человечеством. В Средние же века, произошел упадок знаний, и наступила «темная ночь для естествознания». Представления о животных и их происхождении носили мифический характер (рис. 16).



Рисунок16 – Грифон (*griffin*)

И лишь в эпоху Возрождения произошел новый этап в развитии естественных наук. В этот период было создано много научных трудов, таких как: «История растений» Джона Рея, «Система природы» Карла Линнея, «Происхождение видов путем естественного отбора или о сохранении благоприятных рас в борьбе за жизнь» Чарльза Дарвина. Научное понятие эволюции звучит так: эволюция - это процесс длительных и постепенных изменений, которые приводят к коренным, качественным изменениям живых организмов, которые сопровождаются возникновением новых биологических систем, форм и видов. Что же касается класса амфибий, то - это первые наземные

позвоночные, которые еще сохранили значительную связь с водной средой, но в то же время стали основой для развития новых и новых видов.

Рассмотрим, как из рыб получились первые четвероногие животные. На самом деле, первые четвероногие были не первыми существами, покинувшими водную среду: на суше уже поселились растения, в почве появилась богатая фауна беспозвоночных, а еще раньше обитателями суши стали бактерии и грибы. Если в воде рыб подстерегали хищники, а за пищу приходилось конкурировать, то на суше крупных хищников не было и привлекало обилие доступной пищи. Это была гигантская незанятая экологическая ниша. И эволюция поспешила заполнить ее, как только представится возможность. Такую возможность обеспечили условия девонского периода. Палеоэкологическая (палеоэкология — раздел палеонтологии, который изучает условия и среду обитания, жизнь и взаимоотношения организмов геологического прошлого, а также их изменения в процессе исторического развития) интерпретация местонахождений с девонскими переходными формами рисует нам мелкие, слабопроточные пресные водоемы субтропического или тропического пояса. Предполагается пониженное содержание кислорода в атмосфере и в воде. Возможно, из-за сильных периодических обмелений позднедевонским лопастеперым рыбам пришлось приспособливаться к жизни в условиях, где вода больше не служит опорой для тела, потому что слишком мелко, где приходится дышать без помощи жабр атмосферным воздухом [25].

Нужно отметить, что эволюционные изменения, происходившие с предками первых тетрапод (*Tetrapoda*)- надкласса четвероногих были постепенными. Из позднедевонских отложений известно более десятка представителей, сочетавших признаки земноводных и рыб, к которым постепенно убывают рыбы и накапливаются тетраподные черты (рис.17).

Первые амфибии ихтиостегиды (*Ichthyostegalia*) (рис.19 А, Б) как уже было сказано появились в девонском периоде палеозойской эры от кистеперых пресноводных рыб (ис.18).

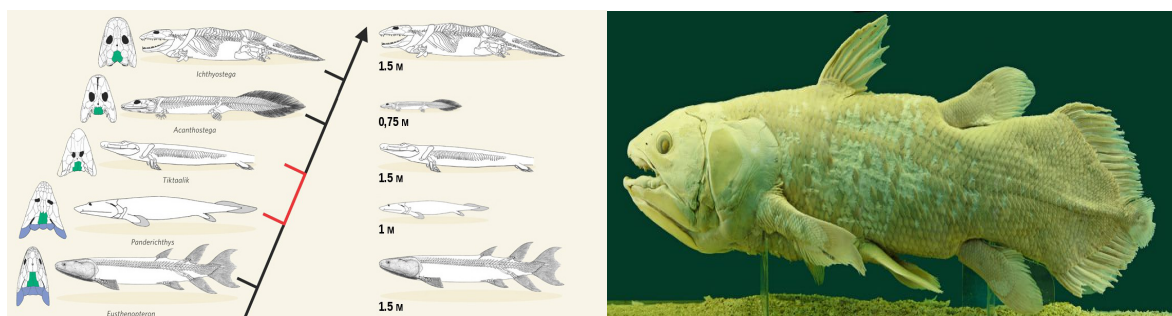


Рисунок 17 - Реконструкция внешнего облика некоторых позднедевонских рыб. Сверху вниз: *ichthyostega*, *acanthostega*, *tiktaalik*, *panderichthus*, *eusthenopteron*

Рисунок - 18. Кистеперая рыба (*Latimeria Smith*). Экземпляр Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН

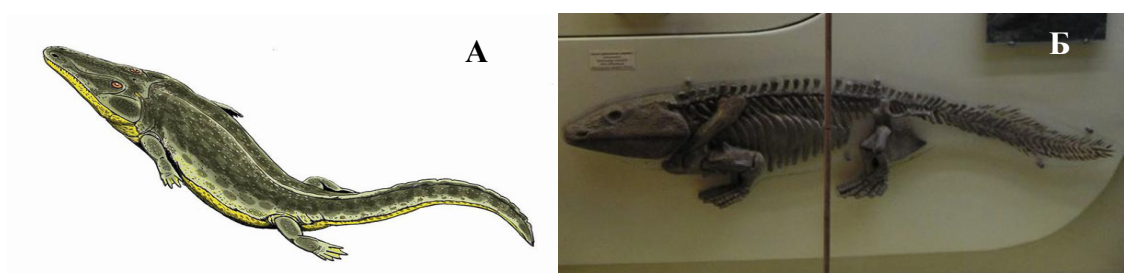


Рисунок 19 А - Ихтиостегид (*Ichthyostegalia*)– рисованное изображение. Б - Ихтиостегид (*Ichthyostegalia*)– реконструкция в витрине Московского палеонтологического музея

Палеозойские земноводные, независимо от их таксономической принадлежности, обладали сплошным панцирем из покровных (кожных) костей, покрывавших черепную коробку. В панцире имелись лишь отверстия ноздрей, глазниц и теменного органа. У некоторых стегоцефалов все тело было покрыто рыбообразной чешуей. У многих видов тазовый пояс не сочленялся с позвоночным столбом, а пояс передних конечностей иногда сохранял связь с затылочным отделом черепа. Парные конечности были слабыми. Далее произошло обособление палеозойских стегоцефалов в подкласс тонкопозвонковых земноводных (*Lepospondyli*), который включает в себя три отряда: отряд микрозауриа (*Microsauria*)- это мелкие

формы до пятидесяти сантиметров в длину и по внешнему виду напоминающие современных тритонов; отряд нектридия (*Nectridia*)- более крупные, в длину до ста сантиметров, тритоноподобные земноводные; отряд аистопода (*Aistopoda*)- мелкие животные длиной 20-30 сантиметров с змееобразным телом и редуцированными конечностями. Последние два отряда вымерли не оставив потомков [28].

Таким образом, адаптивная радиация или дивергентная эволюция (появление разнообразных форм, имеющих общего предка, но видоизменившихся применительно к разнообразным условиям обитания) палеозойских амфибий имела место в каменноугольном и отчасти в пермском периодах, в котором большинство групп вымирает и лишь немногие формы доживают до триаса. Вероятно, что такое быстрое вымирание обусловлено биотическими, а не климатическими причинами. Дольше уцелели земноводные с преимущественно водным образом жизни, но и они в триасовом периоде отступили под натиском заселивших водные биотопы пресмыкающихся.

По гипотезе И.И. Шмальгаузена (советский биолог и всемирно известный теоретик эволюционного учения 20 столетия) мелкие и ведущие скрытый образ жизни земноводные сохранились лучше в тех местах, куда пресмыкающиеся не проникали, а именно северные районы и водоемы высокогорья. В таких более холодных местах амфибии имели преимущество над пресмыкающимися. Заняв такие малочисленные места обитания древние амфибии дали начало современным видам земноводных. Нужно отметить, что, к сожалению, в палеонтологической летописи этот период эволюционного развития земноводных отражен плохо: слабое развитие окостенений и небольшие размеры тела не способствовали сохранению их остатков.

Система класса земноводных (включая и ископаемые формы) относительно проста (Таб. 2) [29].

Таблица 2 - Систематика класса земноводных включая и ископаемые формы

|  |  |
|--|--|
| Подкласс Дугопозвонковые<br><i>Apsidospondyli</i>  | Подкласс Тонкопозвонковые<br><i>Lepospondyli</i> |
| Надотряд Лабиринтотонды<br><i>Labyrinthodontia</i> | Отряд Нектридия<br><i>Nectridia</i>              |
| Отряд Ихтиостегалии<br><i>Ichthyostegalia</i>      | Отряд Аистопода<br><i>Aistopoda</i>              |
| Отряд Рахитомонные<br><i>Rhachitomi</i>            | Отряд Микрозаурия<br><i>Microsauria</i>          |
| Отряд Стереоспондильные<br><i>Stereospondyli</i>   | Отряд Хвостатые<br><i>Urodeta (Caudata)</i>      |
| Отряд Антракозавры<br><i>Anthracosauria</i>        | Отряд Безногие<br><i>Apoda</i>                   |
| Надотряд Прыгающие<br><i>Sallentis</i>             |  |
| Отряд Примитивные бесхвостые<br><i>Proanura</i>    |  |
| Отряд Бесхвостые<br><i>Anura</i>                   |  |

## 2.2 Эволюционные преобразования всех систем органов амфибий

Переход позвоночных от водного к наземному образу жизни и появление земноводных сопровождалось появлением двух решающих приспособлений: дыхания кислородом атмосферы и передвижения по твёрдому субстрату. Другими словами, жаберное дыхание должно было замениться лёгочным, а конечности типа плавника — пятипалыми конечностями, представляющими собой многочленный рычаг, служащий для опоры тела о твёрдый субстрат. Параллельно изменялись и другие системы органов: покровы, кровообращение, органы чувств, нервная

система. Далее рассмотрим, как преобразовывалась каждая система в отдельности [17].

**Покровы, кожа и ее производные.** Кожа земноводных очень богата многоклеточными железами, выделяемая ими слизь покрывает тело и предотвращает от высыхания, что обеспечивает участие кожи в газообмене. Эпидермис многослойный, кориум тонкий и обильно насыщен капиллярами (рис.20). В связи с наземным образом жизни плоские клетки наружного слоя эпителия подвергаются ороговению и в некоторых случаях образованию когтей (когтистый тритон) [28].

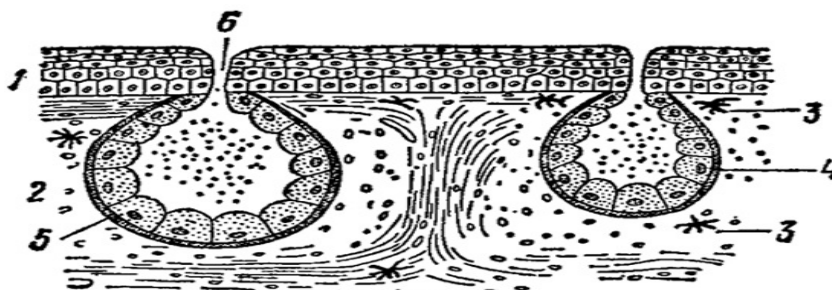


Рисунок 20 - Схема разреза через кожу амфибий 1 – эпидермис, 2 – кориум, 3 – пигментные клетки, 4 – железистые клетки, 5 – мускульная оболочка кожной железы, 6 – выводной проток железы

**Опорно-двигательная система.** Основное, что потребовалось изменить, чтобы получить право называться настоящими тетраподами, это конечности. Впрочем, четвероногость и хождение как токовое тоже возникли задолго до самих четвероногих. Ловко ходить по дну на четырех плавниках, приподнимая тело над грунтом, умели многие лопастеперые рыбы [25]. Так что преадаптации для хождения имелись еще и у рыб (рис. 21). В целом же, с выходом амфибий на сушу возникла проблема, связанная с действием силы тяжести и необходимостью поддерживать свое тело над землей. В результате скелет сильно изменился во всех своих отделах [31].



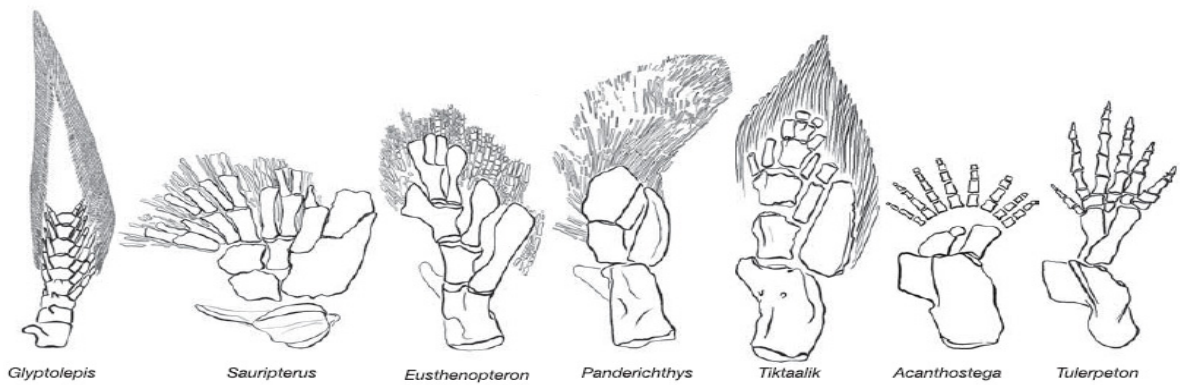


Рисунок 21 - Схема изменения скелета передних конечностей у рыб девонского периода

Главное, что нужно отметить это появление двух новых отделов позвоночника: шейный и крестцовый. Череп амфибий имеет уже много хрящевых элементов, что, вероятно, объясняется необходимостью облегчить массу тела в связи с полуназемным образом жизни. В составе черепа много костей и в том числе характерный только для рыб и земноводных парасфеноид. Так как гиомандибуляре стала слуховой косточкой, то роль подвеска нижней челюсти выполняет квадратная кость [10].

В связи с утратой во взрослом состоянии жаберного аппарата жаберные дуги редуцируются и сохраняются лишь их видоизмененные остатки. Подъязычная дуга сильно изменяется и частично редуцируется. Череп амфибий очень широкий, что отчасти связано с особенностями их дыхания. Нижняя челюсть, как и у костных рыб, состоит из нескольких костей (рис.22).

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 хвост играет существенную роль при передвижении: в воде служит для плавания, а на суше - для поддержания равновесия. Ребра слабо развиты (у хвостатых земноводных) или редуцированы, а их остатки

слились с поперечными отростками позвонков (у остальных амфибий). У древних амфибий ребра имелись. Их редукция у современных форм объясняется необходимостью облегчить массу тела (которая при переходе из водной среды в воздушную возросла). 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 [17].

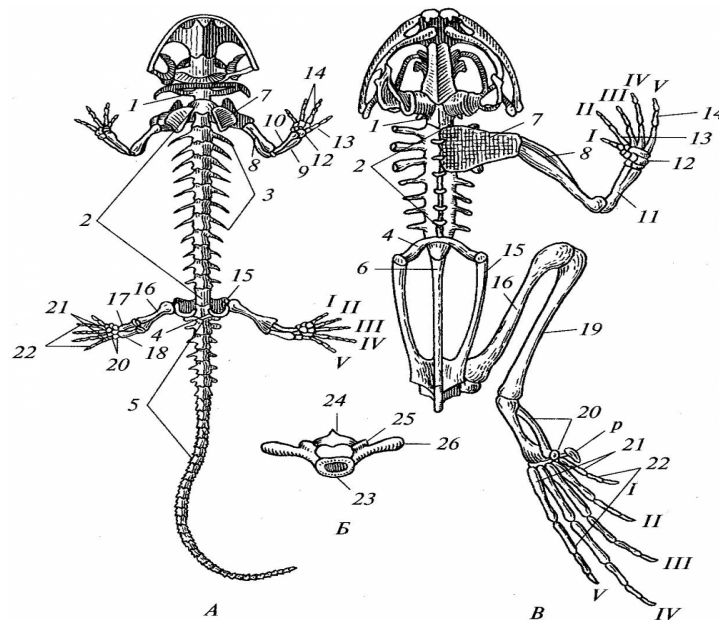


Рисунок 22 - Скелет саламандры (А) и лягушки (В), Б - туловищный позвонок лягушки: 1 - шейный позвонок; 2 - туловищные позвонки; 3 - ребра; 4 - крестцовый позвонок; 5 - хвостовые позвонки; 6 - уростиль; 7 - пояс передних конечностей; 8 - плечо; 9 - локтевая кость; 10 - лучевая кость; 11 - сросшиеся лучевая и локтевая кости; 12 - запястье; 13 - пясть; 14 - фаланги пальцев; 15 - подвздошные 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 с остистым отростком; 25 - сочленовный отросток; 26 - поперечный отросток; I- V - нумерация пальцев

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 удлинились, 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. В связи с развитием у амфибий ног, состоящих из многих костей, усложнением поясов конечностей, возникновением подвижного соединения головы с туловищем, большим, чем у рыб, разделением на отделы позвоночного столба, изменениями способов дыхания, захвата пищи и другими приспособлениями к жизни на суше мышечная система подверглась значительной перестройке и стала намного разнообразнее по сравнению с той же системой рыб. У рыб главную массу составляло множество сходных мышечных сегментов. У амфибий же появились

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 [29].

**Пищеварительная система.** Все современные земноводные во взрослом состоянии хищники. Они поедают мелких беспозвоночных: насекомых и их личинок, многоножек, пауков, ракообразных и т.д. Характер пищеварения амфибии близок к пищеварению рыб, однако теплостойкость ферментов выше, в связи с тем, что на суше земноводные подвергаются воздействию более высоких температур. 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. 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 (рис. 23) [10].

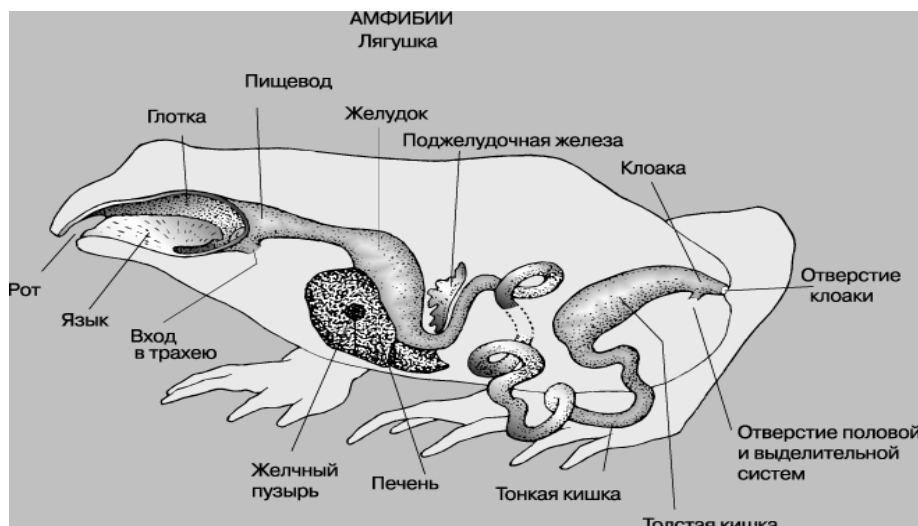


Рисунок 23 - Пищеварительная система лягушки

**Органы дыхания и газообмен.** Освоение суши было связано с переходом к дыханию кислородом воздуха. Характерной особенностью земноводных является множественность органов дыхания. В поглощении кислорода и выделении углекислоты участвуют: у личинок кожа, наружные и внутренние жабры (рис. 24, А), у взрослых легкие, кожа и слизистая оболочка ротоглоточной полости [28]. В морфологическом отношении легкие амфибий устроены, по существу, довольно сходно с легкими двоякодышащих рыб, их дыхательная поверхность небольшая и развиты они слабо, поэтому основная роль в газообмене принадлежит коже. Трахей и бронхов нет. Механизм дыхания ротобрюшной (рис. 24, Б). Вдох двухэтапный: сначала воздух засасывается в ротоглоточную полость при опускании диафрагмы рта. Затем закрываются ноздри и воздух проталкивается в легкие. При выдохе сокращаются брюшные мышцы и открываются ноздри [22].

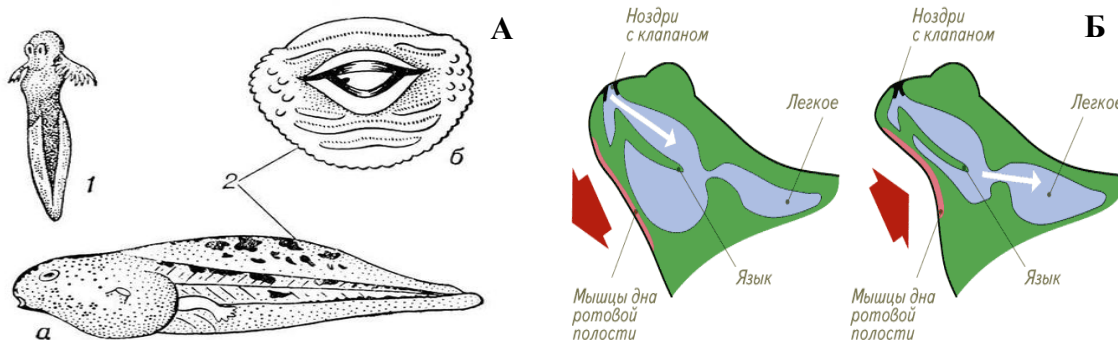


Рисунок 24 – А — Головастики остромордой лягушки: 1 – на ранней стадии развития с наружными жабрами; 2 а – общий вид на более поздней стадии; 2 б – рот головастика с роговым клювиком и рядами губных зубов; Б — Механизм дыхания лягушки

**Кровеносная система и кровообращение.** Как уже говорилось, наземные позвоночные возникли от древних кистеперых рыб. У личинок земноводных один круг кровообращения и их кровеносная система подобна системе рыб: в сердце одно предсердие и один желудочек (рис. 25, А). При нормальном для рыб жаберном дыхании обогащенная кислородом кровь из передних жабер поступает в голову, а из задних – в спинную аорту, несущую кровь назад по всему телу. Легкие сформировались позади глотки, позади самых задних жабер, поэтому возникла необходимость нового перераспределения крови. Эта проблема была решена возвращением артериальной крови из легких в сердце, т. е. образованием малого круга кровообращения и формированием в сердце особых приспособлений для перераспределения крови (рис. 25,Б) [10].

У современных земноводных от артериального конуса сердца начинаются три пары сосудов: сонные артерии, дуги аорты и легочные (а у бесхвостых амфибий – кожно-легочные) артерии. По сонным артериям кровь направляется к голове; по дугам аорты – в спинную аорту и по ней к различным органам тела; легочные (или кожно-легочные) артерии обеспечивают кровоснабжение органов дыхания.

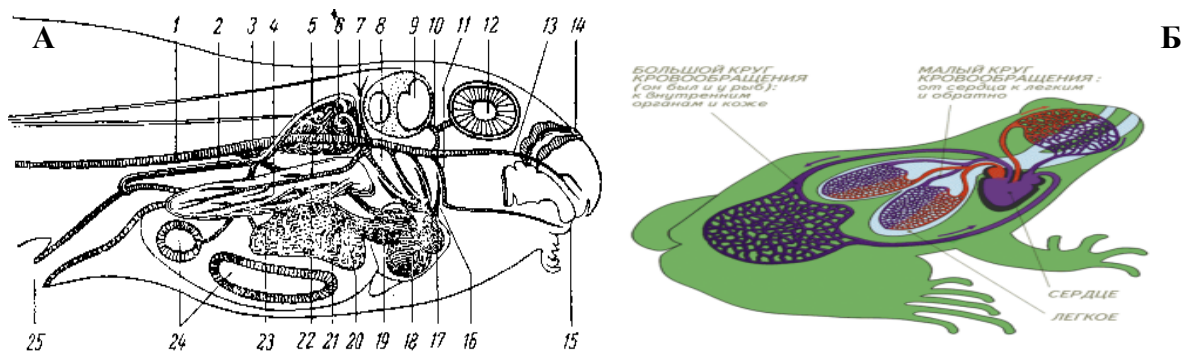


Рисунок 25 — А — Кровеносная система головастика: 1 – спинная аорта; 2 – первичный почечный проток; 3 – брыжееричная артерия; 4 – легкое; 5 – легочная артерия; 6 – печка; 7- кожная артерия; 8 – выносящая жаберная артерия 4 жаберной

дуги; 9 – орган слуха; 10 – внутренняя сонная артерия; 11 – выносящая жаберная артерия 1 жаберной дуги; 12 – глаз; 13 – передняя небная артерия; 14 – наружное носовое отверстие; 15 – нижняя челюсть; 16 – приносящая жаберная артерия 1 жаберной дуги; 17 – артериальный конус; 18 – желудочек; 19 – предсердие; 20 – печеночная вена; 21 – задняя полая вена; 22 – легочная вена; 23 – печень; 24 – тонкая кишка; 25 – заднепроходное отверстие; Б - Кровеносная система лягушки

Сердце у земноводных трехкамерное (рис. 26). В венозный синус впадают передние и задняя полые вены. В левое предсердие впадают легочные вены, приносящие артериальную кровь из легких. В желудочке кровь из левого и правого предсердий в определенной степени смешиваются. Объединение в желудочке сердца земноводных крови, поступающей из левого и правого предсердий, имеет важное функциональное значение. Артериальная кровь от легких через легочные вены попадает в левое предсердие, тогда как от кожи – через полые вены в венозный синус и затем в правое предсердие. При нырянии и длительном пребывании под водой легкие не снабжают организм кислородом, а сами его потребляют, и если бы желудочек сердца земноводных был разделен, то органы головы оказались бы лишенными кислорода.

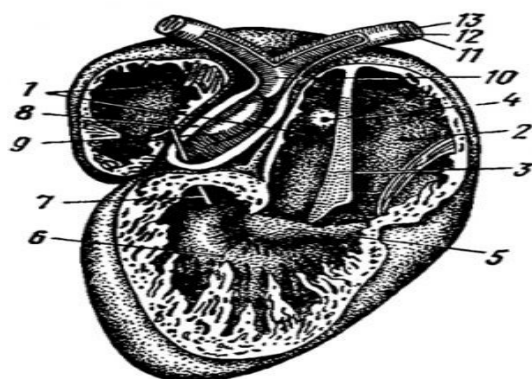


Рисунок 26 – Разрез сердца лягушки: 1- правое предсердие, 2 – левое предсердие, 3 – перегородка между предсердиями, 4 – отверстие венозной пазухи, 5 – атриовентрикулярный клапан, 6 – желудочек, 7 – зонд в отверстии между желудочком и артериальным клапаном, 8 – артериальный конус, 9 – артериальный

клапан артериального конуса, 10 — конечный участок артериального конуса, 11 — сонная артерия, 12 — дуга аорты, 13 — кожно — легочная артерия

В полость желудочка от его стенок выступают мышечные гребни. Это препятствует смешиванию крови. При легочном дыхании первая (относительно наиболее венозная) порция крови направляется в ближайшие к сердцу легочные (или кожно-легочные) артерии, вторая — в дуги аорты и третья (наиболее артериальная) — в сонные артерии. Если же животное находится под водой и дышит только кожей, то изменяется соотношение фаз пульсации желудочка и артериального конуса, в результате чего в легочные артерии подается относительно меньше крови, а в желудочке кровь из левого и правого предсердий сильнее смешивается, что позволяет оптимально использовать артериальную кровь, поступающую от кожи. Еще стоит сказать несколько слов об изменении происходящих в крови амфибий: эритроциты более крупных размеров, показания гемоглобина более высокие и за счет этого происходит рост энергетического уровня метаболизма. Однако большая часть прироста энергии тратится на преодоление сил гравитации. Это дало земноводным освоить сушу, но ценой заметного снижения подвижности [28].

**Органы выделения и водно — солевой обмен.** Выход на сушу существенно сказался и на характере водно - солевого обмена. Изменилась и система выведения из организма продуктов азотистого обмена. У личинок земноводных функционируют пронефрические почки (рис. 30). 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. Отверстие в конце клоаки ведет в сильно растягивающийся мочевой пузырь. На брюшной поверхности



почки расположены надпочечники (рис 27). С мочой выводится основной продукт белкового обмена – мочевины и другие вещества [28].

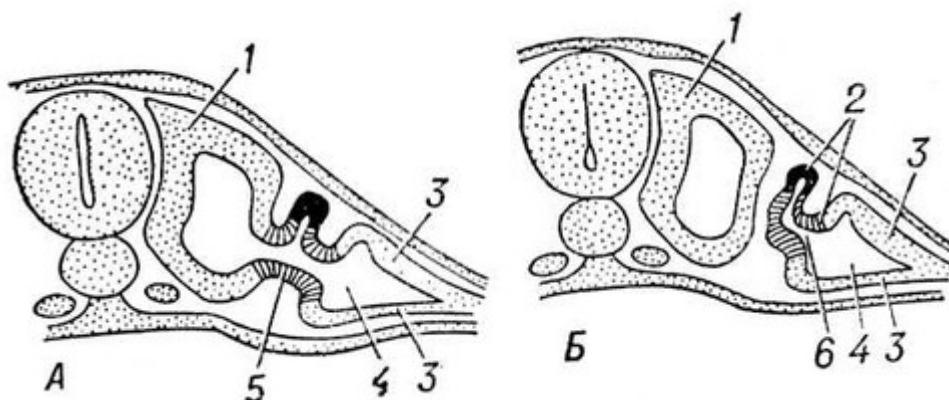


Рисунок 27 – Развитие предпочки у позвоночных: А и Б это 2 последовательные стадии; 1 – сомит; 2 – предпочечный каналец и проток; 3 – боковая пластинка; 4 – вторичная полость тела; 5 – нефротом; 6 - воронка

Что касается азотистого обмена, то при распаде белков, нуклеиновых кислот и других азотосодержащих соединений образуются токсичные вещества – аммиак, мочевины и мочевая кислота, нарушающие при накоплении их в организме нормальное течение основных физиологических процессов. Форма выведения продуктов азотистого обмена тесно связана с условиями жизни животного и обеспеченностью водой. Аммиак весьма токсичен даже в малых концентрациях. Благодаря хорошей растворимости и небольшому молекулярному весу он легко диффундирует через любую поверхность, соприкасающуюся с водой. Вот почему аммиак (обычно в виде аммонийного иона) является конечным продуктом азотистого обмена у водных беспозвоночных, костистых рыб, личинок и постоянно живущих в воде земноводных. Наземные животные ограничены в воде, поэтому они обезвреживают его, преобразуя в конечные продукты, не токсичные для организма [10].

**Половая система. Размножение.** Земноводные раздельнополы. Половые железы парные. Взаимоотношения половых и мочевых протоков сходны с таковым у хрящевых и некоторых групп костных рыб, в том

числе и кистеперых. Семенники и яичники парные (рис 28). Размножение и развитие земноводных происходит в воде. У отряда бесхвостых земноводных оплодотворение наружное. А у большинства хвостатых внутреннее. У большинства земноводных икра откладывается в воду и в икринке развивается зародыш, а вылупившаяся личинка до метаморфоза ведет водный образ жизни [28].

Развитие происходит с метаморфозом. Сами икринки развиваются в воде. Личинка лягушки – головастик по строению напоминает рыбу, что ещё раз говорит нам об эволюционных преобразованиях амфибий (в данном случае из кистеперых рыб). Так у головастика лягушки рыбообразная форма тела, есть жабры, боковая линия, плавники, двухкамерное сердце, один круг кровообращения (рис. 29) [22].

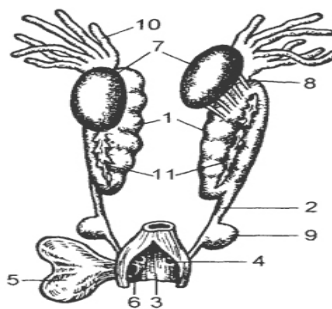


Рисунок 28 - Мочеполовые органы самца лягушки: 1 – почки, 2 - вольфов канал (мочеточник и семяпровод), 3 – вскрытая полость клоаки, 4 – мочеполовое отверстие, 5 – мочевого пузырь, 6 – отверстие мочевого пузыря, 7 – семенник, 8 – семявыносящие каналы, 9- семенной пузырек, 10 – жировое тело, 11- надпочечник

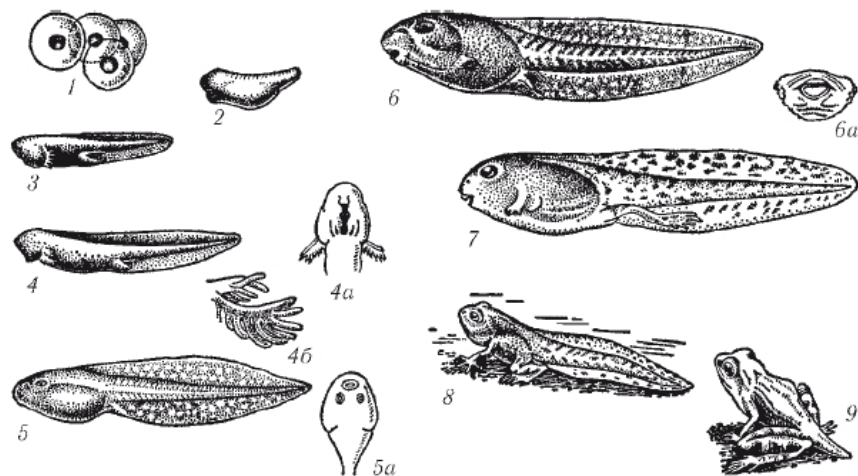


Рис. 29. Метаморфоз личинки лягушки 1 – икринки, 2 – личинки в момент вылупления, 3 – 4 – увеличение наружных жабр и разрастание плавниковой складки, 4 а – тот же головастик снизу (видна присоска), 4 б – строение наружной жаберы, 5– развитие жаберной крышки, 5 а – тот же головастик снизу (виден рот), 6 – появление конечностей, 6 а – ротовой аппарат, 7 – полностью сформированные конечности, 8 – прорыв наружу передних конечностей, 9 – стадия выхода на сушу сеголетка

**Центральная нервная система и органы чувств.** Если говорить о нервной системе, то и здесь произошли определенные изменения. Размеры головного мозга по сравнению с рыбами возросли незначительно, но размеры переднего мозга увеличиваются значительно, при этом происходит разделение на два полушария с самостоятельной полостью (боковым желудочком) в каждом из них (рис. 30 А).

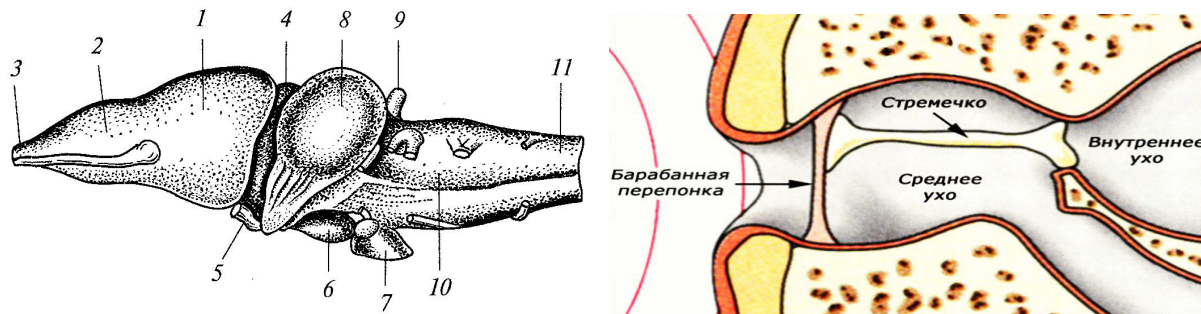


Рисунок 30 — А — Строение головного мозга лягушки: 1 – полушария переднего мозга, 2 – обонятельная доля, 3 – обонятельный нерв, 4 – промежуточный мозг, 5 – хизма зрительных нервов, 6 – воронка, 7 – гипофиз, 8 – средний мозг, 9 – мозжечок, 10 – продолговатый мозг, 11 – четвертый желудочек; Б – Строение органа слуха лягушки

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 [28]. Что касается мозжечка и среднего мозга, то они развиты относительно слабо, так как амфибии малоподвижны, их движения однообразны. Органы чувств приспособлены к наземному образу жизни. Глаза снабжены подвижными веками, которые защищают глаза от высыхания. Амфибии видят дальше рыб, так как хрусталик их глаза имеет форму линзы, что улучшает аккомодацию. В органах слуха появляется среднее ухо, отграниченное от внешней среды барабанной перепонкой. В среднем ухе одна слуховая косточка (рис. 30, Б). Слуховая система у амфибий приспособлена к жизни в двух средах: водной и воздушной: звуки в воде принимаются гомологом звукорецептора рыб, а звуки в воздухе, переданные стремечком с барабанной перепонки, воспринимаются звуковым рецептором наземных позвоночных.

Еще хотелось бы добавить, что у земноводных в гортанной полости присутствуют голосовые складки, которые позволяют амфибиям издавать специфические звуки; их громкость усиливается имеющимися у части видов резонаторами – специальными полостями в углах рта, которые при кваканье раздуваются (Рис. 31).



### Рисунок 31 — Резонаторы лягушки

Органы обоняния представлены слизистыми обонятельными капсулами, связанными с ноздрями [27].

Таким образом, рассмотрев изменения, произошедшие практически во всех органах и системах в процессе эволюции класса амфибий из кистеперых рыб, можно детально рассмотреть и понять как «работает» эволюция, какие принципы и механизмы лежат в её основе.

## **ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ НА ТЕМУ: «ЭВОЛЮЦИЯ АМФИБИЙ»**

### **3.1 Факультативные занятия. Их место и роль в биологическом образовании**

Одним из самых важных направлений образования является подготовка подрастающего поколения к жизни в условиях будущей цивилизации за счет изменения ценностно-мотивационных установок личности: формирование толерантности и экологической культуры; готовности к решению различных проблем; глобальности мышления при

способности действовать локально. Современное время – это время образованных и целеустремленных людей. Наша действительность требует от нас все больше и больше знаний и умений. При этом обучение в школе становится с каждым годом все сложнее. Школьная программа перенасыщена информацией, а время для усвоения значительно ограничено. В теории и практике обучения биологии вопрос о развитии предметной деятельности школьников один из важнейших. Сложившаяся система школьного биологического образования предполагает большой объем предметных навыков и умений учащихся. В данной ситуации выход может быть найден и с помощью использования факультативных занятий. Факультативные занятия организуются и реализуются, как и внеклассные занятия, в соответствии с интересами и индивидуальными способностями учащихся, но проводятся, как и уроки, согласно расписанию, имеют постоянный состав учащихся [20].

При организации таких занятий должны учитываться индивидуальные особенности и способности обучающихся, их потребности. Основной целью факультативных занятий является развитие интереса учащихся к тому или иному предмету и получение углубленных знаний в этой области. Современность характеризуется бурным научно-техническим прогрессом и увеличением потока информации для восприятия обучающимся. С каждым годом в нашем обществе увеличиваются потребности в высокообразованных специалистах, поэтому и растут требования к качеству образования. Оно постепенно становится более узким (специализированным), увеличиваются объемы изучаемого материала. Появляется много средних учебных заведений, дающих уже в процессе получения среднего образования учащимся профессиональную, техническую или гуманитарную направленность. Это помогает человеку раньше определиться с выбором будущей профессиональной деятельности, дает возможность направить все силы на получение знаний,

необходимых в будущем.[15] В учебных заведениях, имеющих узкую направленность, нужны не только соответствующие ей предметы, но также необходимы факультативные занятия. Такие занятия расширяют кругозор учащихся, знакомят с основами научной работы, помогают определиться в дальнейшей профессиональной деятельности. Факультативные курсы (занятия) позволяют наиболее успешно применять индивидуальный подход к каждому обучающемуся с учетом его способностей, более полно удовлетворять познавательные и жизненные интересы детей. При этом форма организации занятий по сравнению с обычными уроками имеет более свободный характер и предполагает творческую активность обучающихся. К тому же программы факультативных курсов не находятся в жестких рамках и допускают коррекцию.

### **3.2 Методологические принципы проведения факультативных занятий**

Факультативные занятия - это форма организации (проведения) учебных занятий во внеурочное время, которая направлена на расширение, углубление и коррекцию знаний обучающихся в соответствии с их потребностями и запросами, способностями и склонностями, а также на активизацию познавательной деятельности.

Если провести сравнительный анализ урока и факультативного занятия, то можно отметить много плюсов в пользу проведения последних (Таблица 3).

Таблица 3 - Сравнительный анализ урока и факультативного занятия

| <b>Признаки для сравнения</b> | <b>Урок</b>          | <b>Факультативное занятие</b> |
|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Статус в учебном плане        | Обязательные занятия | Дополнительные занятия        |
| Целевой ориентир              | Общеобразовательная  | Подготовка по                 |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | подготовка учащихся                           | предмету на<br>повышенном уровне                             |
| Уровень учебной<br>мотивации                 | Не всегда высокий                             | Высокий  |
| Программы и<br>учебные пособия               | Государственные<br>программы, пособия         | Государственные и<br>авторские программы,<br>учебные пособия |
| Оценивание учебных<br>достижений<br>учащихся | Выставляются отметки                          | Отметки не<br>выставляются                                   |
| Содержание<br>обучения                       | Определяется<br>программой базового<br>уровня | Определяется<br>программой<br>факультативного<br>занятия     |
| Время проведения                             | В основной сетке часов                        | Вне основного<br>времени                                     |

Организация самой работы факультатива определяется типовыми учебными планами средней школы, где предусмотрены факультативные занятия по разным предметам. Так же как и внеурочные занятия, они не обязательны для всех учащихся. По форме они близки к обычному уроку. При организации факультативных занятий нужно учитывать максимальную допустимую нагрузку на одного обучающегося. Факультативные занятия организуются в 1 – 11 классах при наличии заявлений законных представителей учащихся [39].

Обычно, применяются такие формы факультативных занятий как: индивидуальные, групповые, фронтальные, коллективные. Обычно на факультативе присутствует от 5 до 15 учеников.

К методам организации факультативных занятий относят такие методы как: словесные (лекция, семинар); наглядные (таблицы, схемы,



презентации); практические (практикумы по решению задач, практические работы); самостоятельная работа; исследовательская работа; экскурсии.

При работе на таких занятиях используются самые разнообразные технологии обучения: игровое, проблемное, модульное, проектное. В настоящее время в практику работы учителей биологии наряду с традиционной методикой широко входят новые методы активного обучения — кейс-методы.

Через биологическое образование возможно решение приоритетных позиций обновления образования: усиление практико-ориентированной и лично ориентированной направленности содержания за счет повышения внимания к методам познания природы и использования знаний для решения практических проблем, имеющих большое значение для самого ученика и востребованных в повседневной жизни. Технология кейс-обучения позволяет реализовать на уроках биологии принципы проблемного обучения, проектной деятельности, развития критического мышления, обучения в сотрудничестве. Кейс-технология – это технология обучения на основе реальных ситуаций. Преимуществом кейсов является возможность оптимально сочетать теорию и практику, что представляется достаточно важным при подготовке к экзаменам [14].

При организации факультативных занятий работа педагогов начинается с тщательного изучения рекомендованной структуры, содержания и критериев оценки творческих разработок. строгое следование рекомендациям методической организации педагогов — насущная необходимость.

Структура разработки факультативного занятия (курса) должна включать следующие разделы: титульный лист; пояснительная записка; тематическое планирование на дидактической основе; содержание курса; средства обучения; перечень рекомендуемой литературы для учителя и ученика; приложения; пояснительная записка.

В пояснительной записке необходимо обосновать: актуальность и значимость курса – нужно описать, какие образовательные, воспитательные и личностные проблемы современного мира позволяет решить; насколько соответствует образовательным программам и стандартам; чем представленная разработка выгодно отличается от всех других по данной тематике; что конкретно дает ученику, учителю, образовательному учреждению внедрение данного курса; насколько разработка соответствует образовательным запросам именно учащихся как выявлялись эти запросы (анкетирование, опросы, индивидуальные беседы и др.).

Цель и задачи курса (занятия) – должны быть ориентированы на достижение предполагаемого результата. Цель прописывается одна, конкретная, реалистичная, достижимая по своему содержанию. Формулируется она, как правило, глагольным существительным (например, «Формирование информационной компетентности учащихся через...»). Задач может быть несколько, но не более 3-4; формулируются задачи в форме глаголов совершенного вида (например, «изучить...», «отработать ...», «закрепить...», «совершенствовать...» и др.). Задачи должны соответствовать поставленной цели и быть направлены на предполагаемый результат [36].

Основные методы обучения, виды деятельности обучающихся: здесь нужно обозначить методы, которые будут применяться в процессе проведения занятия. (например, по характеру познавательной деятельности и по степени активности обучающихся, по источнику знаний, по организации деятельности и др.).

Формы проведения занятий: перечисляются формы проведения занятий (семинар, лекция, практикум, деловая игра и т.д.). Если проводится комплексное по форме занятие, то нужно дать дополнительные пояснения об основных этапах их организации.

Образовательный продукт должен соответствовать форме проведения занятия. Например, в ходе лекции учащиеся могут выполнять конспект, схему; практическая работа может быть направлена на заполнение таблицы, решение какой-то задачи; в ходе игровой деятельности учащиеся получают какой-то практический опыт, определенные знания [39].

Определение критериев, позволяющих оценить успешность освоения программы курса - указать, какие именно виды и формы контроля (устный, письменный, взаимо- и самоконтроль; тестирование, выполнение проекта, зачет, получение итоговой оценки, портфолио-оценка и т.д.) учитель планирует использовать для оценки знаний учащихся и каковы критерии оценки (тестирование – указать количество баллов)

Прогнозируемые универсальные учебные действия, полученные обучающимися на базовом, продуктивном и творческом уровнях в результате освоения данного курса (занятия) – для каждого уровня обученности указывается, что именно учащиеся должны «знать», «уметь», «называть», «применять».

Тематическое планирование: наглядно представить содержание элективного или факультативного курса позволяет тематическое планирование, выполненное в двух табличных формах – краткой и подробной. Это пункт характерен для разработки курса.

Краткий учебно-тематический план дает общие сведения о структуре элективного (факультативного) курса: об учебных темах (модулях, разделах), количестве теоретических и практических занятий, учебных часов. Этот пункт так же характерен для разработки факультативного курса.

Методическое обоснование каждого занятия учитель представляет в подробном варианте тематического планирования, которое составляется на дидактической основе и содержит сведения: о поставленной цели;

форме проведения занятия; способах деятельности учащихся; требованиях к уровню подготовки учащихся по результатам занятия; образовательном продукте.

Содержанием факультативного занятия будет являться подробный план изложения того материала, который обучающиеся будут изучать в рамках факультатива. Необходимо расписать структуру занятия, какие именно понятия, термины, фактические данные, даты будут изучены по каждой теме (занятию, модулю, разделу).

Средства обучения: обязательный раздел авторской разработки (даже если автор уже указал используемые средства обучения в пояснительной записке или тематической планировании, их необходимо продублировать отдельным разделом). Обычно авторы указывают все используемые дидактические и технические средства обучения, давая необходимые пояснения по их конкретному применению.

Перечень рекомендуемой литературы для учителя и ученика – в данном разделе дается, по сути, два списка литературы, некоторые пункты которых могут повторяться и совпадать). Так, если имеется учебник, который в работе используется и педагогом, и учениками, наименование учебника указывается в каждом списке. С требованиями вышеназванных стандартов можно ознакомиться в школьных библиотеках.

Список литературы составляется в алфавите авторов или названий, книги нумеруются, начиная с 1. Если, кроме книг, используются статьи из СМИ, компьютерные диски, публикации в сети Интернет, они также подлежат описанию в списке литературы.

Приложения: в данный раздел могут быть помещены любые по усмотрению автора материалы, которые иллюстрируют опыт учителя в рамках данного элективного (факультативного) курса - занятия: разработки самих занятий, дидактический материал, иллюстрации и др. Количество приложений не ограничивается.

Оформление творческой разработки – выполняется по общим правилам, предъявляемым к оформлению документов. Каждый раздел следует начинать с новой страницы. На титульном листе следует указать: название образовательного учреждения; почтовый адрес, телефоны, электронный адрес образовательного учреждения; наименование конкурсной номинации (если работа представляется на конкурс); название разработки; для какой возрастной группы (класса, параллели, звена) предназначена; на сколько учебных часов рассчитана; фамилия, имя, отчество автора, занимаемая должность; домашний адрес, телефон, электронный почтовый ящик автора; наименование населенного пункта; год. [36].

### **3.3 Факультативное занятие на тему «Как рыбы научились ходить»**

#### **Пояснительная записка**

Занятие рекомендуется проводить при изучении раздела «Основы учение об эволюции», при изучении класса земноводных. Также на любых факультативных занятиях по биологии. Занятия позволят углубить и расширить объем знаний по биологии, палеонтологии. При разработке занятий делался акцент на формирование способностей работать с текстом, рисунками, схемами, статьями. На умение анализировать увиденное и прочитанное, извлекать нужную информацию, делать выводы. На умение работать в группах и индивидуально. Занятие прошло опрабацию на базе 9 специализированного класса средней школы 153 в ГКПУ им.В.П. Астафьева.

**Тема: «Как рыбы научились ходить»**

**Цель:** Обобщить и систематизировать знания учащихся об эволюции позвоночных животных.

**Задачи:** сформировать умения формулировать проблему, выдвигать гипотезы, искать необходимую информацию, использовать её для решения

практических задач, анализировать, сравнивать, устанавливать причинно-следственные связи, уметь читать схемы, диаграммы, делать выводы; уметь ставить перед собой цель, планировать свою деятельность; развивать умение работать в сотрудничестве с учителем и сверстниками, умение работать в группе, паре, принимать решения, умение с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли; развивать умение использовать полученные знания в жизни.

**Педагогическая технология, используемая на занятии:** кейс-метод (кейс-стади).

**Планируемый результат:** развитие способностей анализировать состояние проблемы в данный момент; устанавливать связь между проблемой и необходимостью ее решения; использовать естественнонаучные тексты с целью поиска и извлечения значимой информации для ответа на вопросы.

**Форма проведения занятия:** работа в группах, которая преследует следующие цели: самостоятельное и правильное распределение ролей при выполнении задания; умение сотрудничать в различном качестве (руководителя группы или исполнителя); умение общаться друг с другом (устанавливать и поддерживать деловые взаимоотношения); умение вести дискуссию, высказываться и слушать других, доказывать свою правоту; приблизится к изучаемой проблеме вместе, независимо от назначенной роли.

Таблица 4 - Формирование УУД (универсальных учебных действий)

| УУД            | Тема урока: «Как рыбы научились ходить»  |
|----------------|--|
| Познавательные | Выбор информации, поиск информации, извлечение информации. Получение знаний из источника. Анализ и синтез. Рассуждения. Обобщение. |
| Регулятивные   | План решения проблемы. Работа по плану. Самоконтроль. Поисковые действия.  |

|                 |  |
|-----------------|--|
| Личностные      | Эмпатия. Интерес к чтению научных статей.<br>Приоритеты и отношения к предпочтениям других                               |
| Коммуникативные | Оформление мыслей. Владение речью.<br>Слушать и слышать. Сотрудничество.<br>Уважение к позиции других. Участие в беседе. |

**Средства обучения:** презентация с наглядными изображениями древних форм рыб и первых земноводных, 2 кейса для подгрупп обучающихся. Содержание кейсов для 2 групп (Приложение 1): 1) текст «Как рыбы научились ходить» (статья из журнала «Новости науки»); 2) иллюстрация «Изменение скелета передних конечностей от рыб до тетрапод»; 3) иллюстрация «Строение черепа от рыб до первых тетрапод»; 4) иллюстрация «Эволюционные преобразования в связи с выходом рыб на сушу»; 5) иллюстрация «Скелет ихтиостеги и пресноводной кистеперой рыбы»; 6) карточка с заданиями для самостоятельного заполнения; 7) терминология по теме.

### **Ход занятия:**

#### 1. Создание проблемной ситуации

На экране появляется реконструированная иллюстрация тиктаалика (*Tiktaalik*) (рис.32, 33). Для создания проблемной ситуации и формулирования проблемы ученикам предлагается провести исследование и ответить на вопрос: «Можно ли, найденного в 2006 году, тиктаалика назвать переходным звеном между рыбами и первыми амфибиями?».

Обучающиеся высказывают свои предположения. Результатом обсуждения должен стать вывод, что тиктаалик в равной степени может являться или не являться промежуточным звеном между рыбами и первыми амфибиями.



Рисунок 32 - Реконструированная модель тиктаалика (*Tiktaalik*)

Рисунок 33 - Тиктаалик (*Tiktaalik*)

2. Поиск путей ответа на поставленный вопрос (рис. 34). Схема размещается на доске.

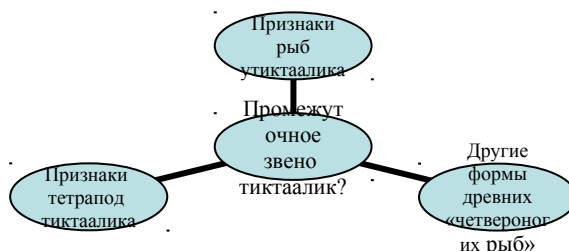


Рисунок 34 — Схема поиска путей ответа на поставленный вопрос

#### 4. Этап исследования

Класс делится на 2 группы (предварительно). Начинается работа в группах. Каждая группа получает индивидуальное задание и кейс с материалами для исследования. Содержание кейса представлено печатными материалами и в компьютерном варианте.

1 группа: ставится задача найти доказательства подтверждающие, что тиктаалик будет являться промежуточным звеном.

2 группа: ставится задача найти факты опровергающие (сомнительные), что тиктаалик будет являться промежуточным звеном между рыбами и тетраподами.

В результате анализа предоставленных материалов и обсуждения в группах проводится работа по поиску путей решения поставленной задачи.

#### 5. Этап обмена информацией



Каждая группа предоставляет результат своего исследования в виде небольшого сообщения о предположениях и фактах подтверждающих или опровергающих принадлежность тиктаалика к переходной форме между рыбами и тетраподами. Подводим промежуточный итог данного этапа работы. Учащиеся должны понять, что, несомненно, палеонтологическая находка тиктаалика является доказательством эволюционирования рыб в первых амфибий (тетрапод). Что в данном представителе остались признаки рыб, но уже и появились признаки «четвероногости».

6. Этап индивидуальной работы:

Учащиеся заполняют карточки (Таблица 5).

Таблица 5 - Карточка с заданиями для индивидуального заполнения

|                                    |    |     |         |
|------------------------------------|----|-----|---------|
| Находка тиктаалика докзывает эв- ю | Да | Нет | Почему? |
|------------------------------------|----|-----|---------|

## Окончание Таблицы 5

| Является ли выход рыб на сушу (появление амфибий) ароморфозом? | Да | Нет | Почему? |
|--|----|-----|---------|
| Признаки рыб у тиктаалика                                      |    |     |         |
| Признаки тетрапод у тиктаалика                                 |    |     |         |
| Отличия тиктаалика и ихтиостеги ( <i>Ichthyostega</i> )        |    |     |         |

## 7. Обобщение. Поиск общего ответа на поставленный вопрос:

Группам предоставляется проголосовать и ответить на главный вопрос занятия: «Можно ли, найденного в 2006 году, тиктаалика назвать переходным звеном между рыбами и первыми амфибиями?».

Затем формулируется общий вывод занятия. В действительности, в научных кругах еще нет единого мнения о принадлежности тиктаалика к промежуточному звену между рыбами и тетраподами, но, несомненно, эта находка помогает нам представить и понять о том, как все-таки рыбы научились ходить и освоили сушу.

## 8. Этап подведения итогов и рефлексия:

Ученикам предлагается оценить свою работу и ответить на вопрос: Все ли запланированное было сделано? Удалось ли проанализировать ситуацию и ответить на главный вопрос? От каждой группы высказывается 1 человек.

*Рекомендуемая литература к занятию:*

1. Еськов К.Ю. История земли и жизни на ней. Учебный курс / Москва. гимназия № 1543. Москва, 1999. С. 40-65.

2. Лисов Н.Д. Биология: Пособие для подготовки к централизованному тестированию. Аверсэль, 2012. С. 218-227., 510-525., 536-544., 550-557.
3. Марков А., Наймарк Е. Эволюция классические идеи в свете новых открытий. М.: Издательство АСТ, 2014. С. 483-493.
4. Марков А. Палеонтологи выяснили родословную лягушек и саламандр [Электронный ресурс] /А Марков // Новости науки. 2008. Режим доступа: <http://www.elementy.ru>.
5. Наймарк Е. Как рыбы научились ходить [Электронный ресурс] / Е Наймарк // Новости науки. 2006. Режим доступа: <http://www.eiementy.ru>.
6. Смирнов С.В. Метаморфоз хвостатых амфибий: особенности, механизмы регуляции и эволюция / С.В. Смирнов // Журнал общей биологии. 2006. № 5. С. 323-334.

### **3.4 Факультативное занятие на тему: «Класс земноводные.**

#### **Происхождение первых наземных позвоночных»**

##### Пояснительная записка

Занятие рекомендуется проводить при изучении раздела «Зоология», при изучении класса земноводных. Также на любых факультативных занятиях по биологии. Занятия позволят углубить и расширить объем знаний по биологии, палеонтологии. При разработке занятий делался акцент на формирование способностей работать с текстом, рисунками, схемами, статьями. На умение анализировать увиденное и прочитанное, извлекать нужную информацию, делать выводы. На умение работать в группах и индивидуально. Занятие прошло опрабацию на базе 9 специализированного класса средней школы 153 в ГКПУ им.В.П. Астафьева.

**Тема занятия:** «Класс земноводные. Происхождение первых наземных позвоночных»

**Цель занятия:** сформировать представление о происхождении первых наземных позвоночных; рассмотреть, как изменялись органы, и системы органов амфибий в связи с выходом на сушу; дать представление о размножении и развитии земноводных; проанализировать класс амфибий, как промежуточное звено между анамниями и амниотами (вспомнить их особенности) дать представление о многообразии земноводных.

**Задачи:** изучить происхождение первых наземных позвоночных; выявить, как изменялись органы и системы органов амфибий в связи с выходом на сушу; рассмотреть размножение и развитие земноводных; рассмотреть амфибий, как промежуточное звено между анамниями и амниотами; рассмотреть многообразие земноводных; закрепить изученный материал (взаимоконтроль).

**Педагогическая технология, используемая на занятии:** ИКТ технология.

**Планируемый результат:** развитие способностей анализировать полученную информацию, умение использовать информацию для ответа на поставленные вопросы.

**Форма проведения занятия:** занятие с использованием ИКТ (презентация). Материал к занятию оформлен в виде наглядной и схематичной презентации, в которой так же присутствуют слайды с заданием для закрепления изученной темы. Предусмотрена беседа и обсуждение. Фронтальный и индивидуальный опрос учеников. Работа в тетрадях.

Таблица 5 - Формирование УУД (универсальных учебных действий)

|     |  |
|-----|--|
| УУД | Тема занятия: «Класс земноводные. Происхождение первых наземных позвоночных» |
|-----|--|

|                 |   |
|-----------------|---|
| Познавательные  | Умение наглядно воспринимать материал.<br>Получение знаний из источника. Анализ и синтез.<br>Рассуждения. Обобщение.  |
| Регулятивные    | Позволяют учащимся организовать свою учебную деятельность, совместно с педагогом планировать учебную деятельность, воспринимать и уяснять информацию, обсуждать |
| Личностные      | Интерес к науке. Ценностно - смысловая ориентация   |
| Коммуникативные | Оформление мыслей. Владение речью. Слушать и слышать. Сотрудничество. Уважение к позиции других. Участие в беседе.  |

**Средства обучения:** презентация на тему «Класс земноводные. Происхождение первых наземных позвоночных», тетради.

**Содержание презентации к занятию:**

1 слайд

2 слайд

3 слайд

4 слайд

5 слайд

6 слайд

7 слайд

8 слайд

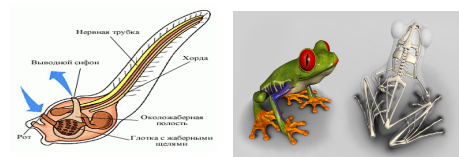
## ПРИЗНАКИ

1. Среда обитания
2. Тело короткое
3. Кожа многослойная
4. Две пары конечностей

9 слайд

## СТРОЕНИЕ ЗЕМНОВОДНЫХ

Личинка амфибий имеет сходное строение с рыбами (форма тела рыбообразная, плавает с помощью хвоста, имеет боковую линию), а взрослая особь уже имеет все характерные признаки земноводного: позвоночник состоит из 3 – 4 отделов (шейный, туловищный, крестцовый, хвостовой); наличие парных, пятипалых конечностей.



10 слайд

11 слайд

12 слайд

## РАЗМНОЖ

Половые железы  
(происходит в  
выделенные с

13 слайд

14 слайд

## РАЗВИТИЕ

Оплодотворенна  
затем из обол  
сильно отлича  
рыбку как внут

Амфибии явля  
(усложнение скел  
внутреннее опл

15 слайд

16 слайд

Дца

17 слайд

18 слайд

Ес

19 слайд

20 слайд

СПАС

**Ход занятия:**



1. На экране появляется 1 слайд презентации и объявляется тема занятия. Тема записывается в тетрадь.

2. Далее, вместе с появлением 2 слайда озвучиваются задачи предстоящего занятия.

3. На 3 слайде изображена схема выхода рыб на сушу. Ученикам предлагается рассмотреть схему. Проводится фронтальный опрос о замеченных учениками изменениях в строении рыб.

4. этот слайд содержит схематичное изображение происхождения земноводных. Ученикам предлагается занести схему в тетрадь

5. На 5 слайде даны изображения древних земноводных. А так же краткая информация об их происхождении. Преподаватель в это время дает устную информацию о том, что: выход позвоночных на сушу – важнейшее событие в эволюции жизни на Земле, осуществившееся во второй половине девонского периода. Интерпретация местонахождения древних кистеперых рыб рисует нам мелкие, пресные водоемы субтропического или тропического пояса. Возможно, эти водоемы могли пересыхать, и рыбы были вынуждены приспособляться к жизни в таких условиях, где вода больше не служит опорой для тела, где приходится дышать без помощи жабр атмосферным воздухом. Чтобы рыбе превратиться в земноводное, ей нужно, во-первых, научиться ходить, во-вторых, дышать без помощи жаберных крышек, в-третьих, для выхода на сушу нужно максимально облегчить тело. В позднем девоне многие рыбы одновременно и независимо пытались решить эти задачи.

6. На 6 слайде перечислены признаки усложнения земноводных по сравнению с рыбами. Ученикам предлагается записать эту информацию в тетрадь.

7. На 7- 11 слайдах даны признаки земноводных. Иллюстрации и текст в наглядной и логичной форме дают информацию о внутреннем и внешнем строении амфибий. Об усложнении органов и систем органов.

Проводится сравнительный анализ отличия строения головстика (ближе к рыбе) и взрослого земноводного (ближе к наземному животному). Ученики кратко записывают эту информацию в тетрадь (конспектирование занятия), а так же зарисовывают схемы кровеносной и нервной систем лягушки.

8. 12-14 слайды содержат информацию о размножении и развитии амфибий. О метаморфозе головстика во взрослую стадию. Информация представлена в виде иллюстраций, схем и краткой информации. Ученикам предлагается выписать главную информацию в тетрадь.

9. На 14 - 15 слайде предоставлена схема анимнии-(амфибии)-амниоты. Преподаватель говорит о том, что хоть амфибии и являются анимниями, но уже имеют черты амниот (усложнение скелета, легочное дыхание, некоторые виды имеют внутреннее оплодотворение и проявляют заботу о потомстве).

10. 16 слайд содержит информацию о классификации земноводных. Дана информация о том, что амфибии включают в себя 3 отряда и на каждый отряд на слайде размещены фотографии представителей. Ученикам предлагается записать классификацию в тетрадь и самому записать по одному представителю каждого отряда.

11. Система контроля: ученикам предлагается ответить на 1 из 6 вопросов (слайд 17) по желанию. Затем на 19 слайде появляется задание и ученикам предлагается выполнить его самостоятельно в тетрадях. На работу отводится 5 минут. Затем на экране отображается 19 слайд на котором даны правильные ответы к заданию. Ученики обмениваются тетрадями и происходит взаимоконтроль.

12. Этап подведения итогов и рефлексия: Ученикам предлагается оценить свою работу и ответить на вопрос: Все ли запланированное было сделано?

**Рекомендуемая литература к занятию:**

1. Белоусов Д.Л. Эволюция систем органов: учебное пособие по общей биологии. Троицк. Троицк, 2009 г. 40 с.: ил.
2. Боркин Л.Я., Даревский И.С., Орлов Н.Л. и др. Класс Амфибии или Земноводные. Энциклопедия природы России. М.: АБФ, 1998. С. 20-180.
3. Лисов Н.Д. Биология: Пособие для подготовки к централизованному тестированию. Аверсэль, 2012. С. 218-227., 510-525., 536-544., 550-557.
4. Наймарк Е. Как рыбы научились ходить [Электронный ресурс] / Е Наймарк // Новости науки. 2006. Режим доступа: URL: <http://www.eiementy.ru>.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Видовой состав амфибий, обитающих на южной части территории Средней Сибири представлен весьма скудно: 5 видов земноводных отряда бесхвостые (*Anura*) и 2 вида отряда хвостатых (*Caudata*). Ограничивающими факторами для распространения амфибий в условиях Средней Сибири являются: островной характер лесостепей и степей, наличие вечной мерзлоты, резко континентальный климат.

2. Главные эволюционные преобразованиями амфибий (*Amphibia*) в связи с выходом на сушу: появление легких, усложнение кровеносной системы – сердце становится 3 – х камерным и появляется второй круг кровообращения, образование парных пятипалых конечностей для передвижения по суше, обособление отделов позвоночника (шейного и крестцового), появление барабанной перепонки и среднего уха, а так же век (органы чувств). Таким образом, изменения произошли почти во всех органах и системах органов амфибий, что позволило им освоить наземный образ жизни.

3. Изучена и проанализирована методическая литература по творческой разработке и проведению факультативных занятий. Разработаны факультативы по темам: «Класс земноводные. Происхождение первых наземных позвоночных» и «Как рыбы научились ходить» Занятия могут проводиться: при изучении раздела о многообразии животного мира в 7 классе; раздела «Основы учения об эволюции» в 9 классе и на любом факультативе по биологии.

Список литературы:

1. Алисов Б.П. Климат СССР. М.: Изд. МГУ, 1956. С. 125,126.
2. Ананьева Б.Н., Боркин Л.Я., Даревский И.С. и др. Земноводные и пресмыкающиеся: Энциклопедия природы России. М: АБФ,1998. С. 96,100.
3. Антипова Е.М. Особенности флоры Красноярской лесостепи (Средняя Сибирь) // Вестник КрасГау. Вып. 13. Красноярск, 2006 г. С. 180-193.
4. Аспиз М.Е. К 120 летию И.И. Шмальгаузена / М.Е. Аспиз // Журнал общей биологии. 2004. № 4. С. 275, 277.
5. Баранов А.А.,Городилова С.Н Земноводные лесостепи Средней Сибири: Монография. Красноярск. гос. пед. ун-т. им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2015.7 - 60 с.
6. Банников А.Г., Даревский И.С., Рустамов А.К. Определитель земноводных и пресмыкающихся СССР. М.: Мысль, 1971 г.40 , 73 с.
7. Боркин Л.Я., Даревский И.С., Орлов Н.Л. и др. Класс Амфибии или Земноводные. Энциклопедия природы России. М.: АБФ, 1998. С. 20-180.
8. Будыго М.И., Израэль Ю.А. Предстоящие изменения климата // Изв АН СССР сер, геогр., 1992. №4. С. 30,50.
9. Боголюбов А.С. Изучение видового состава и численности амфибий. М.: Экосистема, 2002. С. 2-8.
10. Белоусов Д.Л. Эволюция систем органов: учебное пособие по общей биологии. Троицк. Троицк, 2009 г. 40 с.: ил.
11. Воронов А.Г. Биогеография с основами экологии: Учебник / А.Г. Н.Н. Дроздов, Д.А. Криволицкий, А.Г. Мяло. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003.20 40 с.
12. Верзилин Н.М., Корсуновская В.М. Общая методика преподавания биологии. М.: Просвещение, 1976. С. 204,259.
13. Городилова С.Н. Симбиотическое сосуществование земноводных (AMFIBIA) Назаровской лесостепи (Средняя Сибирь) // Вестник КрасГау. Красноярск. 2010. Вып. 2. С. 85,93.

14. 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.
15. Голикова Т.В. Логические приемы в составе методов обучения биологии: Монография / Красноярск. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2015. С.34, 61.
16. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3-х т. М.: Мир, 1993. Т. 3. С. 103,106.
17. Держинский Ф.Я. Сравнительная анатомия позвоночных животных. М.: Аспект-Пресс, 2005г. 100, 130 с.: ил.
18. Иорданский Н.Н. Чарльз Дарвин и проблема эволюционного прогресса // Журнал общей биологии. 2010. № 6. С. 488,496.
19. Иорданский Н.Н. Макроэволюция: макрогенез и типогенез // Журнал общей биологии. 2004. № 6. С.451,463.
20. Каменский А.А., Крикунов Е.А., Пасечник В.В. Биология. Введение в общую биологию и экологию: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений; 3 изд., стереотип. М.: Дрофа, 2002. С. 188,225.
21. Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. М.: Изд. КМК, 1999. С. 153,155.
22. Лисов Н.Д. Биология: Пособие для подготовки к централизованному тестированию. Аверсэль, 2012. С. 218,227., 510,525., 536,544., 550,557.
23. Литвинчук С.Н. Происхождение амфибий: Устное сообщение. Казань, 2009.
24. Лекавичюс Э. Эволюция экосистем: основные этапы и возможные механизмы // Журнал общей биологии. 2003. № 5. С. 371.388.
25. Марков А., Наймарк Е. Эволюция классические идеи в свете новых открытий. М.: Издательство АСТ, 2014. С. 483,493.

26. Манке Г.Г., Марш Р.Д., Михеева Н.Я. Методика проведения факультативных занятий по биологии: пособие для учителей. М.: «Просвещение», 1977. С. 148,150., 213,217.
27. Ноздрачёв А.Д., Поляков Е.Н. Анатомия лягушки. М.: Высш. шкл., 1994. 200 , 243 с.
28. Наумов Н.П., Карташев Н.Н. Зоология позвоночных. М.: Высш. шкл., 1979. Т.1. С. 265-317.
29. Пакулова В.М., Голикова Т.В. Самостоятельные работы учащихся по общей биологии: учебно-методическое пособие / Красноярск. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2013. С. 157,168., 48,51.
30. Понамарева И.Н., Корнилова О.А., Чернова Н.М. Биология: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений; 5-е изд., испр. М.:Вентана. Граф, 2013. С. 133,156.
31. Ромер А., Паттерсон Т. Анатомия позвоночных. М.: Мир, 1992. Т.2. С. 60,62.
32. Средняя Сибирь. Природные условия и естественные ресурсы СССР / под ред. И.П. Герасимова и др. М.: Наука, 1964. 480с.
33. Смирнов С.В. Метаморфоз хвостатых амфибий: особенности, механизмы регуляции и эволюция // Журнал общей биологии. 2006. № 5. С. 323,334.
34. Северцов А.С. Причины и условия формирования ароморфной организации // Журнал общей биологии. 2008. № 2.С. -94-101.
35. Чебышев Н.В., Гузикова Г.С., Лазарева Ю.Б., Ларина С.Н. Биология. Новейший справочник., М.: Махаон, 2007. С. 125,158., 326,333.
36. Черенкова Е. А. Методическое обоснование и оформление элективных, факультативных курсов М.: Издательский дом «Первое сентября», 2015.  
URL: <http://www.1september.ru/>

37. Марков А. Палеонтологи выяснили родословную лягушек и саламандр [Электронный ресурс] // Новости науки. 2008 Режим доступа: URL: [http://www. //www.elementy.ru](http://www.elementy.ru)
38. Наймарк Е. Как рыбы научились ходить [Электронный ресурс] // Новости науки. 2006. Режим доступа: URL: <http://www. //www.elementy.ru>.
39. Сайт Методическая копилка [Электронный ресурс], 2018. URL: <http://www.metod-kopilka.ru>.
40. Стегоцефалы // Википедия. [2012, 2017]. URL: <http://ru.wikipedia> (дата обращения: 10.10.2017).