



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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 и экологии

**Петухова Анастасия Сергеевна**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**Разработка практикума по батрахологии для специализированных классов  
при работе с НОУ на базе КГПУ им. В.П. Астафьева**

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя  
профилями подготовки)

Направленность (профиль) образовательной программы Биология и химия

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой: д.б.н., профессор, Антипова Е.М.

11.06.2018 

(дата подпись)

Руководитель: к.б.н., доцент, Городилова С.Н.

11.06.2018 г. 

(дата подпись)

Дата защиты \_\_\_\_\_

Обучающийся: Петухова А.С.

\_\_\_\_\_  
(дата подпись)

Оценка \_\_\_\_\_  
(прописью)

Красноярск, 2018

## Содержание

Содержание.....	2
Введение.....	2
Глава 1. Материал и методы изучения амфибий (Amphibia) на территории лесостепей Средней Сибири.....	6
1.1. Физико-географическая характеристика и особенности среды обитания земноводных лесостепи Средней Сибири.....	6
1.2. Видовой состав и пространственно-биотопическое размещение земноводных на территории региона.....	17
1.3. Физиологические и экологические особенности амфибий (Amphibia) в условиях совместного обитания на территории Средней Сибири.....	28
1.3.1. Методы изучения амфибий.....	28
1.3.2. Результаты исследований.....	28
Глава 2. Разработка практикума по батрахологии для специализированных классов при работе с НОУ на базе Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева.....	34
2.1. Подготовка к научным исследованиям.....	34
2.2. Методы изучения амфибий как в естественных условиях, так и в физиологической лаборатории.....	35
2.2.1. Изучение амфибий (Amphibia) в естественных условиях.....	35
2.2.2. Изучение амфибий в лабораторных условиях.....	44
Выводы:.....	48
Список литературы:.....	49

## Введение

В начале девяностых российская система образования подверглась кризису послесоветского периода и крупному преобразованию. Пропала уверенность в том, что наше образование – лучшее в мире. Возросли требования к студентам, поступающим в высшие учебные заведения. В связи с этим зародилось альтернативное образование: лицеи, гимназии, частные школы, а также профильные классы. Понятие «специализированные классы» не несло определенного значения, просто таким образом называли любые классы, которые хоть частично отличались от традиционных классов и школ в целом. К 2000 годам специалисты все-таки разобрались в значении этого понятия и наконец сформулировали четкое определение этим классам. К специализированным классам отнесли такие классы:

- Открытые в общеобразовательных школах профильные классы, которые производят подготовку учащихся к поступлению в ВУЗы;
- Классы с углубленным изучением разных предметов;
- Классы гимназические и лицейские в школах;
- Школьные классы, обучающиеся по авторским методикам;
- Коррекционно-развивающие классы.

В Красноярском крае с 1 сентября 2015 г. в общеобразовательных организациях по поручению губернатора Красноярского края были открыты первые 25 специализированных классов, целью которых было повысить уровень знаний учащихся, а также сделать образование Российской Федерации более качественным. Из них два класса именно по естественно-научному направлению. Главным критерием организации специализированных классов служит участие в обеспечении углубленного изучения отдельных предметов. Подготовка обучающихся с 2015 года производится на базе Красноярского государственного педагогического

университета им. В. П. Астафьева, а также других высших учебных заведений на территории Красноярского края [38].

Специализированные естественно-научные классы помогают обучающимся лучше подготовиться к сдаче экзаменов, а также обрести знания, интересы, связанные именно с научным направлением.

Модернизация системы образования невозможна без каких-либо новых идей, современных технологий, совместной работы учеников и преподавателей. Создание такого опыта осуществляется в ходе научно-исследовательской деятельности в общеобразовательном учреждении. Одним из основных факторов личностного развития школьника является особая форма организации педагогического процесса, проявляемая в виде научно-исследовательской деятельности.

Занимаясь наукой, ученики не только исследуют и изучают окружающий их мир, но и учатся овладению «частных» конкретных методов, что способствует расширению их кругозора, знакомит с азами науки. Это воспитывает в обучающихся ответственность, целеустремленность, учит оптимизировать и рационализировать их деятельность, что, несомненно, положительно скажется на их сознательной трудовой деятельности.

Организация научно-исследовательской деятельности учащихся имеет ряд особенностей:

1. Субъектами научно-исследовательской работы являются учащиеся и педагоги. Администрация школы организует учителей на постоянный поиск инноваций и преобразований воспитательно-образовательного процесса, привлекает к изучению учебных проблем учащихся, объединяя их в НОУ.
2. Исследования носят прикладной характер и направлены на разработку и освоение программ совершенствование процесса обучения, воспитание и развитие учащихся, повышение его результативности в конкретном образовательном учреждении.

3. Итоги школьной научно-исследовательской работы, как правило, не претендуют на выявление научных закономерностей и отличаются простотой оформления, что позволяет каждому желающему попробовать свои силы и получить "первый опыт" подобной деятельности.

Организация научно-исследовательской работы вызвала перед учителями общеобразовательных школ ряд проблем: выбор научных тем по естественному циклу; правильной организации научно-исследовательской работы, выбора необходимых методов исследования для более качественного познания изучаемого объекта или явления (это оптимизирует и рационализирует деятельность юного исследователя); подбор специализированной литературы по изучаемой проблеме и недостаточные познания в региональном природном компоненте. В связи с этим возникла необходимость в создании учебного пособия по естественному направлению в помощь учителям общеобразовательных школ.

**Цель работы:** Разработка практикума по батрахологии для специализированных классов при работе с НОУ на базе КГПУ им. В.П. Астафьева.

**Задачи:**

1. Изучить физиологические и экологические особенности амфибий (*Amphibia*) в условиях совместного обитания на территории Средней Сибири.
2. Разработать практикум по батрахологии для школьников, обучающихся в специализированных классах на базе КГПУ им. В.П. Астафьева.

# Глава 1. Материал и методы изучения амфибий (*Amphibia*) на территории лесостепей Средней Сибири

## 1.1. Физико-географическая характеристика и особенности среды обитания земноводных лесостепи Средней Сибири

Лесостепь - зональный тип ландшафта, отличающийся чередованием на водоразделах лесных и степных участков. Лесостепи распространены в умеренных и субтропических поясах. Лесостепные зоны умеренного пояса - природные зоны умеренного пояса Северного полушария с чередованием степных и лесных ландшафтов. Лесостепные зоны умеренного пояса развиты во внутриматериковых районах, характеризуются умеренно-континентальным климатом; количество осадков составляет от 400 до 1000 мм в год.

Лесостепь Средней Сибири – это цепочка участков островной лесостепи, которая протянулась относительно широкой полосой с запада на восток. В ней наблюдается увеличение засушливости и континентальности в восточном направлении.

Сезонные климатические отличия: зима характеризуется малым количеством осадков, низкими ночными температурами и большой сухостью воздуха. Для весеннего сезона характерно преобладание сухой, преимущественно малооблачной погоды, со значительными колебаниями температуры воздуха. Лето характеризуется как «устойчиво теплое», за счет постоянства дневных и ночных температур. Циклоническая деятельность в этот период обеспечивает выпадение небольшого количества осадков. Для осени характерно быстрое понижение температур с возвратом очень теплой и сухой погоды.

В условиях лесостепи Средней Сибири амфибии приурочены к интразональным участкам, которые распространены фрагментарно и расположены в крупных межгорных котловинах: Чулымо-Енисейской,

Абакано-Минусинской, Канско-Рыбинской. В них выделяют Канскую, Красноярскую, Ачинскую, Назаровскую, Июсо-Ширинскую и Минусинскую лесостепи, которые разделены между собой невысокими залесенными поднятиями Кемчугского нагорья и Южно-Енисейского кряжа [3].

Северные лесостепи Средней Сибири (Ачинская, Красноярская, Канская) расположены изолированными островами среди сплошных лесных массивов на стыке трех тектонических структур: на западе – Западносибирской низменности, на юге – Алтай-Саянской горной системы, на востоке – Среднесибирское плоскогорья. Подтайга, окружающая их, представляет собой различной ширины переходную полосу от лесостепной к лесной зоне и относится к подзоне травянистых мелколиственных и хвойных лесов или к цуркумгемибореальной подзоне бореальной зоны хвойных лесов [2]. Общая площадь островов лесостепей составляет 27,5 тыс. км<sup>2</sup>, непрерывная полоса вместе с окружающей их подтайгой – 54,5 тыс. км<sup>2</sup>. В пределах Красноярской и Канской лесостепей почвенно-растительный покров, как и климат, характеризуется концентрической зональностью [4].

Участки южной, наиболее ксерофильной лесостепи разбросаны пятнами среди «типичной», которая к окраинам сменяется северной [2]. Амфибии в лесостепях 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.

*Канская лесостепь.* Канская лесостепь занимает юго-восточную часть Средней Сибири и расположена в области распространения многолетней мерзлоты Канско-Рыбинской котловины [16]. С юга она ограничена отрогами Восточного Саяна, с северо-запада — Енисейским кряжем с постепенным переходом в Средне-Сибирское плоскогорье на северо-востоке. На западе граничит с Красноярской впадиной, которая тянется вдоль р. Енисей от г. Красноярска (56° с. ш.) до р. Подъемной (57° с. ш.). Территория Канской впадины охватывает бассейн среднего течения р. Кан с притоками: Рыбная,

Большая Уря, Тайна, Курыш и др., а на севере – верхние течения р. Усолки и Абан, впадающие за пределами Канской лесостепи в р. Тасеева, образующуюся при слиянии рек Чуна и Бирюса (бассейн р. Ангары).

Характерной особенностью Канской лесостепи является западно-бугристый микрорельеф. Значительные площади, особенно в центральной части Канской котловины, покрыты комплексной бугристой лесостепью, которая распространена преимущественно по вторым надпойменным террасам рек и склонам водоразделов. Бугры небольшие, площадью около 100–500 м<sup>2</sup>. Во впадинах между буграми более высокая влажность, способствующая формированию небольших водоёмов, которые при недостатке осадков высыхают, а после обильных дождей вновь наполняются водой. В других впадинах формируются небольшие участки древесно-кустарниковой растительности – колки [16]. На данных участках формируются локальные популяции амфибий на период размножения.

К северу от р. Кан, в долинах и озерных котловинах местами встречаются пухлые солончаки с зарослями сочных солянок (солерос, различные виды свед и однолетние солянки). Они являются основными пастбищами, поэтому их травяной покров во многих местах сильно выбит, что приводит к обеднению видового состава напочвенного покрова, и, как следствие этого, уменьшается разнообразие энтомофауны, составляющего основной пищевой рацион амфибий. Основной фон поймы – кочкарниково-осоковые, травянистые болота с многочисленными озерами старичного происхождения – характеризуется обилием временных водоёмов. Старичные озера – важнейший составной компонент реки Кан.



Рисунок 1 - Искусственный пруд, Канская лесостепь, местообитание остромордой и сибирской лягушек (октябрь, 2008 г.)

Земноводные на заболоченных лугах, в поймах рек, старицах образуют локальные популяции. Так искусственный пруд в районе д. Мокруша, который является местообитанием остромордой и сибирской лягушек, сформировался в результате строительства дамбы на реке Алежинка. Его площадь 4,5 км<sup>2</sup>, берега открыты, западный берег заболочен, кочкарники до 1 м в высоту (рис. 1).

*Красноярская лесостепь.* Красноярская лесостепь представляет собой предгорную, высоко поднятую, глубоко расчлененную, пологоувалистую, иногда всхолмленную на юге и плоско-волнистую на севере наклонную равнину. Ее большая часть расположена на левобережье Енисея, вдоль северо-восточного подножия Восточного Саяна, в пределах Приенисейской денудационной равнины. На юго-западе к ней подступают северные отроги Кузнецкого Алатау с темнохвойными насаждениями, на западе – равнинная тайга Западно-Сибирской низменности, на востоке – Енисейский кряж.

Протяженность с юга на север составляет 110 – 150 км, с запада на восток – не более 80 км [4].

В Красноярской лесостепи преобладает глубоко расчлененный холмисто-увалистый рельеф, общее падение высот которого наблюдается с юго-запада на северо-восток от 600 м до 270 м над уровнем моря [5].

Периферическая часть лесостепи наиболее обширная, характеризуется развитием на равнинных участках луговых степей, чередующихся с березовыми колками, приуроченными к склонам северных экспозиций. Встречаются здесь и небольшие сосновые леса, реже лиственничные насаждения.

Луговая растительность отличается большим разнообразием и различна в северной и южной подзонах. Это вызвано глубиной промерзания и связанным с ним водным и солевым режимом почвы.

Среди лугов северной части лесостепи выделяют злаковые и злаково-разнотравные луга, занимающие центральную и прирусловую поймы крупных рек (Енисей, Кача, Бузим, Подъемная). В поймах малых рек располагаются влажные луга, а на склонах и высоких надпойменных террасах – остепненные. На этих увлажненных участках условия благоприятны, что способствует формированию локальных популяций амфибий.

Болотистые луга — канареечники и остроосочники — занимают примерно 5% территории поймы [27]. Небольшие острова в пойме Енисея поросли ивняком, тополем черным и лавролистным.

Данные условия благоприятны для менее прихотливых видов амфибий (эврибионты): сибирского углозуба, серой жабы и остромордой лягушки.

*Ачинская (Ачинско-Боготольская) лесостепь.* Ее площадь около 5 тыс. км<sup>2</sup>, представлена пологоувалистой равниной с абсолютными высотами 150 – 210 м над уровнем моря с повышением на юго-западе до 400 м над уровнем моря [5]. На юге территория ограничена хребтом Арга, на востоке – Чулымо-Енисейской водораздельной возвышенностью, в

северном и западном направлениях она постепенно сливается с Западно-сибирской низменностью. Западная граница примерно соответствует меридиану западной оконечности хребта Арга и протягивается на север до с. Б. Улуй [2], т.е. охватывает северную часть Ачинского и южные части Больше-Улуйского и Боготольского административных районов.



Рисунок 2 - Озеро Сосновое, старица р. Чулым, Ачинский район (июль, 2005 г.)

Рельеф волнистый. Данная лесостепь относительно увлажнена: годовое количество осадков составляет 400–430 мм; максимальная высота снежного покрова – 35–40 см. Растительность в большинстве вторичного происхождения и пришла на смену тайге под воздействием производственной деятельности человека. Сохранившаяся степная растительность представляет на равнинных местах участки луговых степей. Помимо этого, по всей территории Ачинской лесостепи на пологих склонах небольшими пятнами также разбросаны перистоковыльно-разнотравные степи (рис. 2) [33].

На данной территории за счет волнистого рельефа образуется большое количество заболоченных участков, стариц крупных и малых рек, которые заселены четырьмя видами амфибий (*Lissotriton vulgaris*, *Rana arvalis*, *R. amurensis* и *Pelophylax ridibunda*).

*Назаровская лесостепь.* В некоторых источниках данный участок рассматривается как северо-западная часть Чулымо-Енисейской котловины. Она расположена в Назаровской котловине – самой северной из системы Минусинских межгорных котловин. Представляет собой впадину, окруженную низкогорными кряжами: на западе – отрогами Кузнецкого Алатау, на юге и востоке – Солгонским кряжем, на севере – хр. Арга [17]. Впадина вытянута в широтном направлении на 180 км, в меридиональном – на 70 км, и имеет площадь около 11 тыс. км<sup>2</sup>.

Растительный покров характеризуется господством луговых степей и остепненных лугов в комплексе с березовыми колками. Широко распространены пойменные луга по хорошо развитым долинам р. Чулым и его притоков. В их растительном покрове преобладают злаки. По окраинам озер и в микропонижениях развивается лугово-болотная растительность [35].



Рисунок 3 - Озеро Малое, Шарыповский район (июль, 2005 г.)

Главная водная артерия района – р. Чулым. Второстепенное значение имеют его левые притоки – Серж и Урюп. В Назаровской и Чулымо-

Енисейской лесостепи расположена так называемая Верхнечулымская система озёр. Она состоит примерно из 20 озёр, общая площадь которых равна 180 км<sup>2</sup> (Иткуль, Божье (Большое), Белое, Малое, Инголь и др.) (рис. 3). Имеются также небольшие водохранилища и пруды. С июня по август выпадает до 80 % осадков, что благоприятно для таких амфибий, как сибирский углозуб, серая жаба, остромордая и озерная лягушки.

*Июсо-Ширинская лесостепь.* Под минусинской впадиной в данном случае понимается вся резко пониженная область, прилегающая к р. Енисей и ограниченная с трех сторон Кузнецким Алатау, Западным и Восточным Саянами. На севере она граничит с Западно-Сибирской низменностью и постепенно переходит в нее. Июсо-Ширинский округ расположен в пределах Чулымо-Енисейской впадины. С запада и юга ограничен горными поднятиями Кузнецкого Алатау и Батеневского кряжа, с востока – Красноярским водохранилищем, на севере – административной границей Хакасской автономной области, но по природным условиям к нему следовало бы отнести некоторые прилегающие районы Красноярского края. Общая площадь округа составляет 7,0 тыс. км<sup>2</sup> [22].

Рельеф низкогорный, довольно расчлененный. Абсолютные высоты колеблются в пределах 250–750 м, но наибольшие пространства имеют отметки 300–400 м.

Гидрографическая сеть в северо-восточной части представлена низовьями рек Белый и Черный Июс и небольшим отрезком верхнего течения р. Чулым. Для Июсо-Ширинской лесостепи характерно около 500 озер (Фыркал, Черное, Ошколь) с общей площадью водной поверхности более 10 га [32, 35]. Озера находятся в понижениях преимущественно тектонического происхождения, но есть карстовые и суффизсионные, образовавшиеся от вымывания и оседания почвы: Шира, Белё, Черное, Белое, Учум, Рейнголь. Все озера слабопроточные, за исключением бессточного озера Белё. Фыркал, Ошколь зарастают жесткой надводной растительностью (рис. 4).

Болота встречаются по долинам рек и нагорных плато. В целом заболоченность территории менее 1%, лишь в бассейнах рек Матур и Уйбат (левые притоки Абакана) – 2–4 %, суммарная площадь болот – 321,34 км<sup>2</sup> [32].

Данная территория является недостаточно увлажненной, т.к. испарение (400 мм) превышает количество осадков (250–350 мм). Наиболее сухие участки расположены в подветренной зоне Кузнецкого Алатау – в районе Шира, где выпадает до 250 мм осадков в год.



Рисунок 4 - Озеро Ошколь, Ширинский район, р. Хакасия (июль, 2005 г.)

Район богат лугами. Травяной покров представлен луговыми степями с участием крупнопольно-ковыльных и каменистых степей по южным склонам. Долина р. Белый Июс богата пойменными лугами, большая часть которых заболочена [21].

*Минусинская лесостепь.* Расположена в минусинской впадине, представляет собой резко пониженную область, прилегающую к р. Енисей, ограниченную с трех сторон Кузнецким Алатау, Западным и Восточным Саянами. На севере она граничит с Западно-сибирской низменностью и постепенно переходит в нее. Сама лесостепь тянется узкой лентой и зажата между распаханными степями и тайгой [30].

Гидрографическая сеть Минусинской котловины в основном

определяется крупными пограничными транзитными реками Енисеем и Абаканом с притоками, стекающими с передовых хребтов Западного Саяна и Кузнецкого Алатау.

Половодье рек начинается в апреле и заканчивается в середине – конце июня, продолжаясь 80 – 90 суток (Абакан, Оя). В данный период уровень воды повышаются на 1 – 2 м на малых реках, 2 – 4 м – на средних реках и до 4 – 6 на крупных.

Обширные равнины террас рек Енисей и Абакан сменяются холмисто-увалистым и мелкосопочным рельефом с высотами до 600 м. В правобережье Енисея котловина также имеет разнообразные формы рельефа. Здесь обширные площади занимают гряды дюнных песков, покрытых в настоящее время борами. В междуречье Абакана и Енисея находится обширная равнина – Койбальская степь, в левобережье Абакана – Уйбатская, для которой характерен рельеф с высотами 400–450 м. Существенным элементом этих степей являются озера, которых здесь несколько десятков. В большей своей части они связаны с хозяйственной деятельностью человека, и прежде всего с орошаемым земледелием. Поливные воды сбрасывались за пределы полей в пониженные элементы рельефа, где они в зависимости от геологического строения вызывали заболачивание, засоление и образование временных и постоянных водоемов. Возникшие таким образом озера вначале были только наливными, но затем они стали питаться атмосферными и грунтовыми водами [28]. Эти озера отличаются небольшими глубинами, наличием грязевых пляжей на мелководье, островов различного типа, размещающихся по зеркалу озера, высокой степенью эвтрофированности.



Рисунок 5 - Заболоченный берег оз. Черное, местообитание остромордой лягушки (июнь, 2009 г.)

Существенное влияние на климат Минусинской впадины оказывает ее положение между горными хребтами, на которых выпадают осадки, а спускающийся по склону воздух сжимается, прогревается и вызывает иссушающее действие. Такое же влияние на котловину оказывают ветра с северо-западных отрогов Восточного Саяна. Климатические особенности, как и другие компоненты природы в Минусинской впадине, изменяются концентрически от степей, занимающих центральную часть, к лесостепи, подтайге, тайге и высокогорью. Почва и водоемы слабо защищены снегом, глубоко промерзают. Сильные ветры, особенно весной и в начале лета, вызывают дефляцию почв, образование пыльных бурь [28].

По происхождению данные озера являются естественными и искусственными. Котловины первой группы – эрозийного происхождения (Бейское, Черное) или бывшие старицы Енисея (Чалпан). Озера Бугаево, Черное, Сосновое, Подгорное и др. – искусственного происхождения (рис. 5). Они образовались в период затопления котловины водой из Койбальской оросительной системы. Все озера освобождаются ото льда в конце апреля –

начале мая. Таким образом, мозаичность ландшафтов, большое количество увлажненных биотопов, водоемов и энтомологических ресурсов создают благоприятные условия для земноводных, обитающих на территориях лесостепей Средней Сибири.

## 1.2. Видовой состав и пространственно-биотопическое размещение земноводных на территории региона

Батрахофауна лесостепной части Средней Сибири относительно небогата, насчитывает пять видов бесхвостых земноводных (22,7 % от фауны России) и два – хвостатых (40 %), которые относятся к двум отрядам и пяти родам (табл. 1). Общий систематический список амфибий лесостепи Средней Сибири представлен шестью видами, систематика и номенклатура которых приведена по С.Л. Кузьмину [10; 20].

Таблица 1

Видовой состав земноводных лесостепи Средней Сибири в сравнении с фауной России, Западной и Восточной Сибирью и Дальним Востоком [7].

№	Виды земноводных	Количество видов, шт					Обилие****
		Россия*	Западная Сибирь**	лесостепь Средней Сибири	Восточная Сибирь***	Дальний Восток****	
		долевое распределение к фауне России, %					
	Отряд: <i>Caudata</i> Orpel, 1871 – Хвостатые амфибии	5	2	2 40 %	1	2	3
1.	Род: <i>Salamandrella</i> Dybowski, 1870 – Сибирские углозубы <i>Salamandrella keyserlingii</i> Dybowski, 1870 – Сибирский углозуб Низкий уровень изменчивости	1	1	1 100 %	1	1	

2.	Род: <b><i>Lissotriton</i> Bell, 1839</b> – <b>гладкие тритоны</b> <i>Lissotriton vulgaris</i> Linnaeus, 1758 – Обыкновенный тритон Подвид: <i>L. v. vulgaris</i>	1	1	1 100 %	–	–	1
Отряд: <i>Anura Rafinesque</i> , 1815 – Бесхвостые амфибии		22	6	5 22,7 %	5	7	
3.	Род: <b><i>Bufo</i> Laurenti, 1768</b> – <b>Жабы</b> <i>Bufo bufo</i> Linnaeus, 1758 – Серая (обыкновенная) жаба Подвид: <i>B. b. bufo</i>	6	2	2 33,3 %	2	2	3
4.	Род: <b><i>Rana</i> Linnaeus, 1758</b> <b>–лягушки</b> <i>Rana (Rana) arvalis</i> Nilsson, 1842 – Остромордая лягушка Подвид: <i>R. a. arvalis</i> Подвид: <i>R. a. wolterstorffi</i>	5	2	2 40 %	2	2	4
5.	<i>Rana (Rana) amurensis</i> Boulenger, 1886 – Сибирская лягушка Подвид: <i>R. a. amurensis</i>						3
6.	Род: <b><i>Pelophylax</i> Fitzinger,</b> <b>1843 – Зеленые, или водные</b> <b>лягушки</b> <i>Pelophylax ridibunda</i> Pallas, 1771 – Озёрная лягушка Подвид: <i>R. r. ridibunda</i>	4	1	1 25 %		1	2

Примечание: \* – данные Боркина (1987); Кузьмина (1999), Скоринов (2009)

\*\* – данные Григорьева (1976) и Курановой (1998)

\*\*\* – данные Кузьмина (1999); Щепиной (2009)

\*\*\*\* – данные Тагировой (2000)

данные по Средней Сибири – автора

\*\*\*\*\* – Балльная оценка обилия особей: 0 – вид не отмечен

(встречи отсутствуют); 1 – вид редок (нерегулярные встречи единичных особей); 2 – вид малочисленен (регулярные встречи единичных особей на отдельных маршрутах); 3 – вид обычен (встречи немногочисленных особей на большинстве маршрутов); 4 – многочисленен (встречи большого числа особей на большинстве маршрутов).

**Сибирский углозуб – *Salamandrella keyserlingii* Dybowski, 1870 (рис. 6).**



Рисунок 6 - Сибирский углозуб – *Salamandrella keyserlingii* Dybowski, 1870

Сравнительно крупное хвостатое земноводное (L–55мм) с массивным вальковатым телом, по бокам которого имеются 13–14 поперечных бороздок, и веслообразным мускулистым хвостом. Кожа гладкая, темно- или светло-коричневая, на спине золотистая дорсомедиальная полоса. На голове за глазами расположены паротиды (скопления ядовитых желез).

Половой диморфизм слабо выражен: самцы и самки различаются по форме клоаки (у ♂ она более выпуклая), кроме того, самцы имеют более длинные передние конечности и хвост, это помогает ему во время откладки икры удерживаться за самку и цепляться за различные водные предметы [1]. Обладает самым обширным ареалом (12,2 млн. км<sup>2</sup>) среди всех видов земноводных [9].

По лесостепи Средней Сибири места встреч *Salamandrella keyserlingii* следующие (цифры на карте соответствуют местам находок): 1-4 Канская лесостепь; 5 – Назаровская лесостепь [3]; 6 – Красноярская лесостепь (рис. 7).

Являясь влаголюбивым видом, углозуб в пределах ареала населяет самые разнообразные местообитания: березняки, ельники, смешанные, темнохвойные, лиственные и широколиственные леса, кочкарниковые болота, вырубки [9; 38].

Обитают в смешанных лиственно-хвойных, березовых, темнохвойных лесах, ивово-березовых колках, где их можно обнаружить (при соответствующих условиях: значительная влажность и высокие ночные температуры) по краям придорожных участков, как и на самих проселочных дорогах, вдоль железных дорог, на дачных участках, по долинам рек, в низинах, в заболоченных березовых колках. Главное условие обитания – близость водоемов, пригодных для размножения, от которых углозубы удаляются обычно не далее чем на 500–600 м [38].

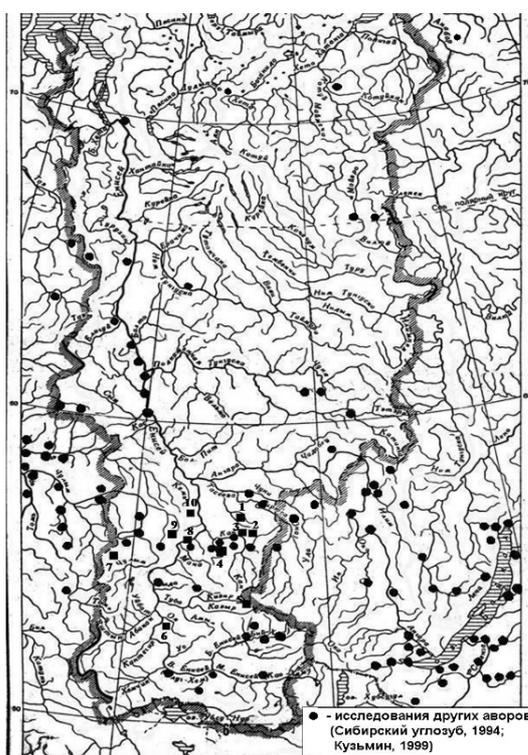


Рисунок 7 - Размещение сибирского углозуба (*Salamandrella keyserlingii*) в Средней Сибири

**Обыкновенный тритон – *Lissotriton vulgaris* Linnaeus, 1758 (рис. 8).**



Рисунок 8 - Обыкновенный тритон – *Lissotriton vulgaris* Linnaeus, 1758

Один из самых мелких тритонов. Кожа гладкая или мелкозернистая. Спина окрашена в оливково-бурые тона, низ тела – в желтый с мелкими темными пятнами. По голове идут продольные темные полосы. Обыкновенный тритон может менять окраску – становиться то темнее, то светлее. Через глаз проходит темная продольная полоса. Хвост немного короче, равен или немного длиннее тела с головой. Тело самца покрыто крупными темными пятнами (в течение всего года), которые отсутствуют у самок. В период размножения у самца вырастает гребень – дополнительный дыхательный орган. Гребень у тритона цельный, со слабыми изгибами сверху, снизу проходит оранжевая кайма и голубая полоска. У самки гребень не развивается.

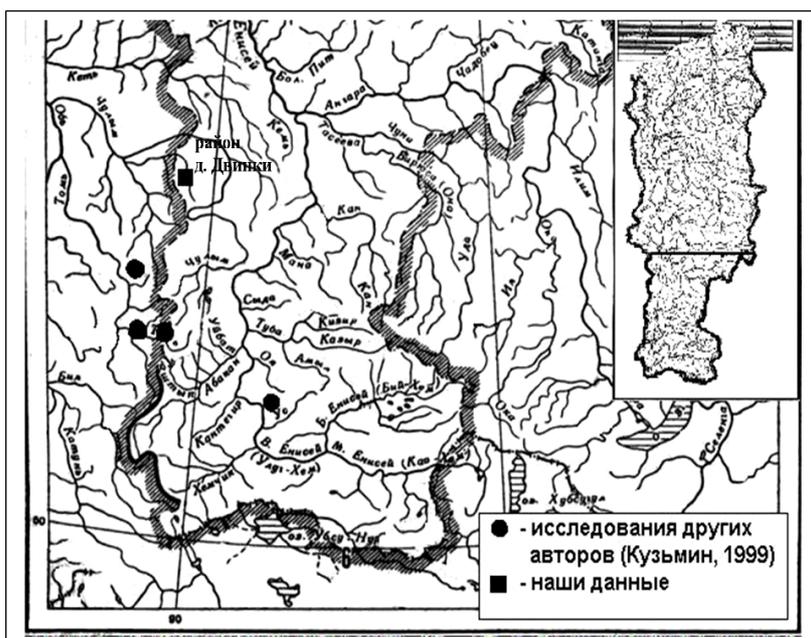


Рисунок 9 - Размещение обыкновенного тритона (*Lissotriton vulgaris*) в Средней Сибири и сопредельных территориях (2009 г.)

На территории Красноярского края единичные находки в 2006 г. Были зафиксированы в заболоченной подтайге (темно-хвойные елово-пихтово-осиновые крупнотравные леса), в районе д. Двинки, с. Тюхтет, на границе с Томской областью. Это самая восточная точка ареала данного вида. (рис. 9)

### Серая (обыкновенная) жаба – *Bufo bufo* Linnaeus, 1758 (рис. 10)



Рисунок 10 – Серая (обыкновенная) жаба – *Bufo bufo* Linnaeus, 1758

Крупная бесхвостая амфибия (L: 81,7 мм) коричневой или зеленовато-бурой окраски. Кожа сухая, покрыта мелкими или крупными бородавками. Брюхо светлое, часто в темно-коричневых пятнах. На обратной стороне 2-го и 3-го сочленений четвертого пальца парные сочленовные бугорки.

*B. bufo* обладает ярко выраженным половым диморфизмом по размерам тела – самки немного крупнее самцов. В период размножения самки приобретают окраску с темно-коричневыми или красноватыми пятнами, а у самцов с дорзальной стороны окрас туловища зеленовато-коричневый без пятен.

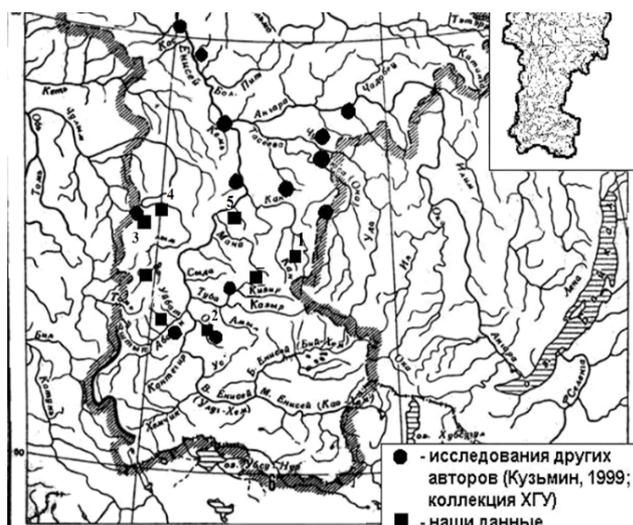


Рисунок 11 - Размещение серой жабы (*Bufo bufo*) по территории Средней Сибири (2009 г.)

На территории лесостепи Средней Сибири обыкновенная жаба была обнаружена на (цифры на карте соответствуют местам находок): 1–Канская

лесостепь; 2–Минусинская лесостепь; 3-4- Назаровская лесостепь; 5– смешанный лес поймы р. Базаиха, окр. г. Красноярска. (рис. 11). Предпочитает увлажненные интразональные биотопы (поймы рек, кочкарниковые болота, заболоченные и сенокосные луга, искусственные пруды).

Распространена в черневой и светлохвойной тайге, в островных лесостепях подтаежной зоны, а также в северных и южных лесостепях Средней Сибири. Предпочитает увлажненные интразональные биотопы (поймы крупных и малых рек, кочкарниковые болота, заболоченные и сенокосные луга; искусственные пруды).

**Остромордая лягушка – *Rana arvalis* Nilsson, 1842 (рис. 12).**



Рисунок 12 - Остромордая лягушка – *Rana arvalis* Nilsson, 1842

Более или менее морфологически однородна [4]. Она (L–51,5мм) имеет окраску разных оттенков – от оливковой до желтой и от темно-коричневой до кирпично-оранжевой. В брачный период самцы приобретают серебристо-голубую окраску. Морда заостренная, от заднего края глаза через барабанную перепонку проходит темное височное пятно. На голове и спине характерный набор темных пятен, имеется в разной степени выраженное V-образное затылочное пятно. У большинства особей встречается ясно выраженная светлая дорсомедиальная полоса, которая доходит до конца морды, что несет приспособительный характер [2]. Брюшная сторона грязно-

белого цвета или имеет желтый оттенок.

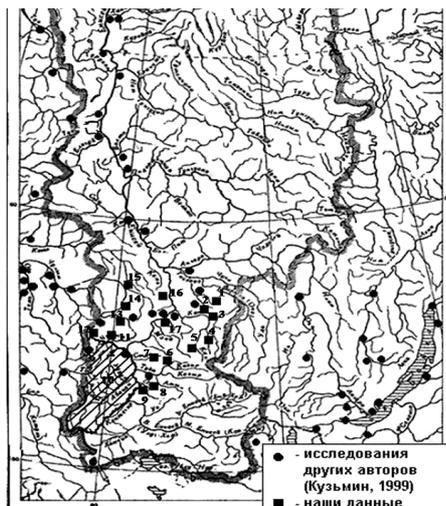


Рисунок 13 - Размещение остромордой лягушки (*Rana arvalis*) в Средней Сибири и сопредельных территориях (2009 г.)

Являясь фоновым видом *Rana arvalis* была нами обнаружена во всех исследуемых районах лесостепи Средней Сибири, где заселяет все благоприятные для жизни биотопы (старицы, заливные и заболоченные луга, низинные болота, искусственные озера, пойменные леса, временные водоемы), которые имеют сходную растительность. (рис. 13). Древесный ярус представлен березой, осиной, реже лиственницей, сосной, елью, тополем; кустарниковый – ивой, черемухой, боярышником, шиповником, черной и красной смородиной, кизильником; травянистый ярус – по берегам типично луговой растительностью: клевером, тысячелистником, пижмой, звездчаткой, борщевиком, лапчаткой, крапивой, лютиком, горцем, чиной, нивяником, подорожником; околоводной – различными видами осоки, которая формирует кочки высотой от 0,2 – 1,5 м, камышами, рогозом, реже хвощом и водной растительностью представленной кувшинками, ряской. Дно каменисто-илистое или травянисто – илистое с большим количеством листового опада и веток.

**Сибирская лягушка – *Rana amurensis* Boulenger, 1886 (рис. 14).**



Рисунок 14 - Сибирская лягушка – *Rana amurensis* Boulenger, 1886

По окраске варьирует от серовато-оливковой до серовато-бурой. От клоаки до уровня глаз проходит хорошо очерченная дорсомедиальная полоса. Височное пятно отсутствует. Кожа боков и бедер бугристая и покрыта красными или темно-бордовыми зернышками. Брюшная сторона грязно-белого или желтоватого цвета с хорошо выраженной красно-оранжевой мраморной крапчатостью. Пяточный бугор низкий. Самцы несколько мельче самок. В период размножения на передних конечностях самцов хорошо выражена брачная мозоль [7].

Распространение вида ограничено с юго-запада Алтай-Саянской горной системой. Сибирская лягушка проникает в ее северные предгорья лишь в некоторых местах вдоль речных долин [20]. Средняя Сибирь в ареале данного вида составляет юго-западную ее часть (рис. 15).

Локальные популяции этого вида держатся у крупных открытых водоемах местами с сильно заросшими берегами гидро- и гигрофитными растениями (рогоз, камыш, хвощ, осока).

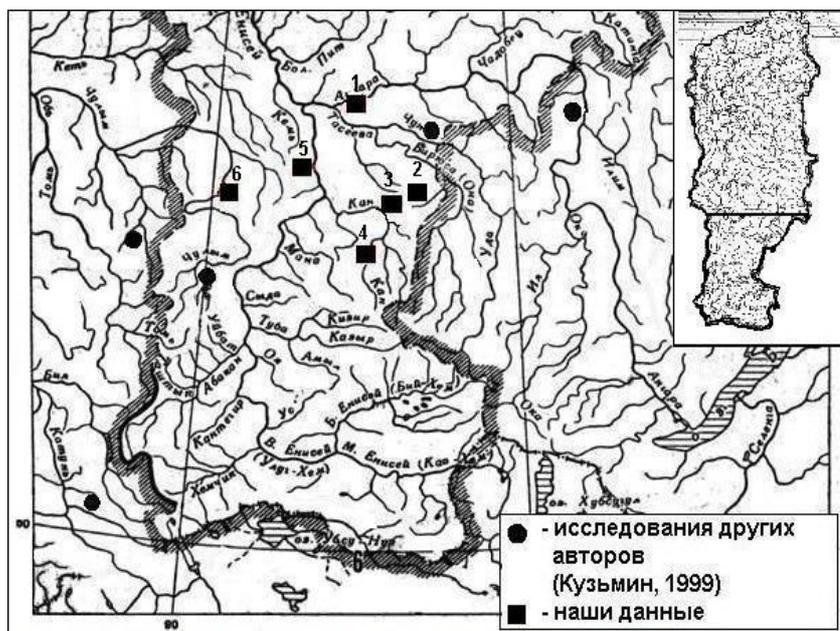


Рисунок 15 - Размещение сибирской лягушки (*Rana amurensis*) по югу Средней Сибири и сопредельных территориях (2009 г.)

Предпочитает поймы мелких рек и открытые крупные водоемы с сильно заросшими берегами и со стопроцентным покрытием водного зеркала гидрофитами.

**Озёрная лягушка – *Pelophylax (Rana) ridibunda* Pallas, 1771 (рис. 16).**



Рисунок 16 - Озёрная лягушка – *Pelophylax (Rana) ridibunda* Pallas, 1771

Довольно крупного размера, L.=43,4 –95,5 мм (n= 82) . Морда умеренно заостренная. Чаще всего в данной популяции встречаются особи со светлой дорсомедиальной полосой *striata*. У некоторых на спине имеются крупные темные пятна, сильно варьирующие по размерам, числу и расположению. Половые различия в специфике развития спинной полосы и характере

пятнистости верхней и нижней частях тела отсутствуют [9].

Височное пятно отсутствует. Брюхо серовато-желтое, с мраморным узором или узором из темных пятен, изредка без узора. Самец отличается от самки наличием парных резонаторов позади углов рта и брачными мозолями на первом пальце передних ног. Стопа большая, её пределы в усредненных показателях варьируют от 59,4 до 62,1 мм, что связано с водным образом жизни.

В 2005 г. *P. Ridibunda* обнаружена: 1–Ачинская лесостепь; 2–Назаровская лесостепь; 3–старица р.Сереж (берет начало от оз. Белого и впадает в р. Чулым), расположенная в Причулымской лесостепит (рис. 17). Как полуводный вид населяет различные проточные и сточные воды от мелких луж до крупных рек и водохранилищ. Предпочитает открытые, хорошо прогреваемые места с богатой травянистой растительностью. Распространение озерной лягушки на северо-восток стало возможным благодаря производственной деятельности человека и связанным с ней повсеместным наличием термальных аномалий антропогенного происхождения (Средний Урал, Якутск, Алтай, Сибирь) [12]. Юго-западная часть Средней Сибири является восточной границей ареала *Pelophylax (Rana) ridibunda*.

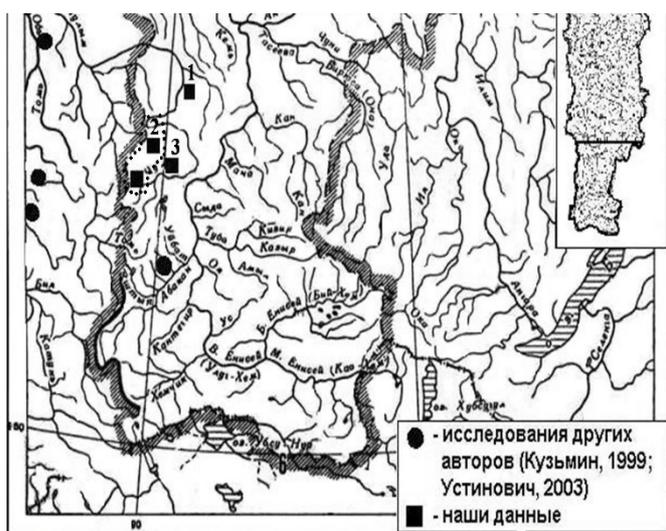


Рисунок 17 - Размещение озерной лягушки (*Pelophylax (Rana) ridibunda*) по югу Средней Сибири и в сопредельных территориях (2009 г.)

### **1.3. Физиологические и экологические особенности амфибий (*Amphibia*) в условиях совместного обитания на территории Средней Сибири**

#### ***1.3.1. Методы изучения амфибий***

Сбор и камеральная обработка материала проводились общепринятыми методиками полевых исследований земноводных [6; 18; 26].

Идентификация видов батрахофауны осуществлялась по морфологическим признакам при помощи определителей [6; 9; 20]. При исследовании амфибий использованы общепринятые промеры морфологических признаков [19; 29; 34; 39].

Для показателей энергообмена у ключевых групп амфибий использовали следующие методы. Животные умерщвлялись с помощью декапитации. Энергообмен оценивали *in vitro* по скорости потребления кислорода суспензией стандартно нарезанных фрагментов тканей [44]. 30-50 мг измельченной ткани добавляли к 1,5 мл Кребс-Рингер фосфатного буфера, рН 7,4, содержащего 2% бычьего сывороточного альбумина и 10 ммоль/л глюкозы. Измерения проводили с помощью полярографического датчика в термостатируемой ячейке с перемешиванием. Продолжительность регистрации составляла 3-4 мин. Для решения широкого спектра задач биологии эктотермов наиболее приемлемым было бы определение показателей энергообмена в широком диапазоне температур. Для оценки максимальных мощностей тканевого энергообмена мы использовали традиционную для подобных исследований у эндотермных животных температуру 35-37°C

#### ***1.3.2. Результаты исследований***

Батрахофауна лесостепи Средней Сибири включает элементы двух фаунистических комплексов: европейские виды (обыкновенный тритон (*Lissotriton vulgaris*), обыкновенная жаба (*Bufo bufo*), остромордая (*Rana arvalis*) и озерная (*Pelophylax ridibunda*) лягушки); сибирские виды (сибирский углозуб (*Salamandrella keyserlingii*), сибирская лягушка (*Rana*

*amurensis*)). В некоторых источниках [1; 20] на территории южной части Средней Сибири обитает зеленая жаба (*Bufo viridis*), которая относится к монгольскому фаунистическому комплексу. Однако, в процессе исследований данный вид достоверно не обнаружен [7].

Население амфибий на разных ключевых участках лесостепи варьирует: так в Ачинской, Июсо-Ширинской и Минусинской лесостепях их количество составляет 3 вида (42,8 %), а в Канской, Назаровской, Красноярской – 4 (57,2 %). При этом общая плотность населения амфибий лесостепи составляет 3828,4 ос/га. Максимальная средняя плотность отмечена в Назаровской лесостепи – 467 ос/га, затем Минусинской – 243 ос/га (рис. 18). Данные участки представляют собой понижения с почти повсеместно развитой речной сетью, за счет чего формируется большое количество благоприятных для жизнедеятельности амфибий микробиотопов. В Красноярской лесостепи плотность населения минимальная, что возможно связано с тем, что данная территория является предгорной, высокогорной (270-600 м. над уровнем моря) наклонной равниной, в которой засушливый период приходится на время размножения обитающих здесь амфибий [7].

На территории Лесостепей Средней Сибири амфибии распространены неравномерно и приурочены к интразональным условиям, где создается определенный, благоприятный, для земноводных, гидротермический режим. К данным микробиотопам относятся: пойменные, заболоченные и заливные луга, пойменные леса, березовые колки, старицы рек, арыки, естественные и искусственные водоемы, карьеры, осоковые болота, временные заболоченные территории. На данных ключевых участках формируются локальные популяции амфибии, состоящие как из одного вида, так и из нескольких.

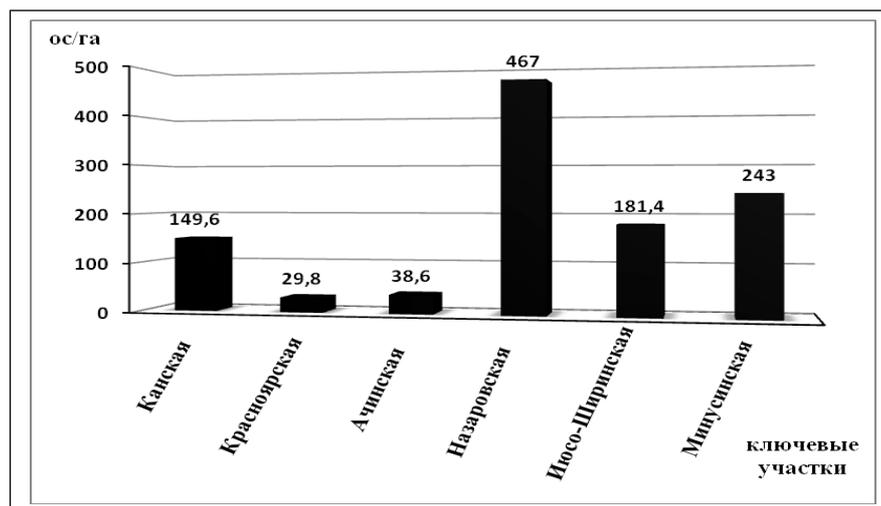


Рисунок 18 - Плотность населения амфибий в разных лесостепях Средней Сибири

Для того чтобы уменьшить межвидовую и внутривидовую конкуренцию за условия среды, возникают различные экологические отличия: 1) распределение по микробиотомам на разных стадиях развития; 2) разделение нерестовых зон; 3) смещение репродуктивных циклов; 4) смещение периодов суточной активности.

Активность *Ambibia* зависит от ряда факторов: этапа жизненного цикла, наличия кормной базы, увлажненности, температурного режима.

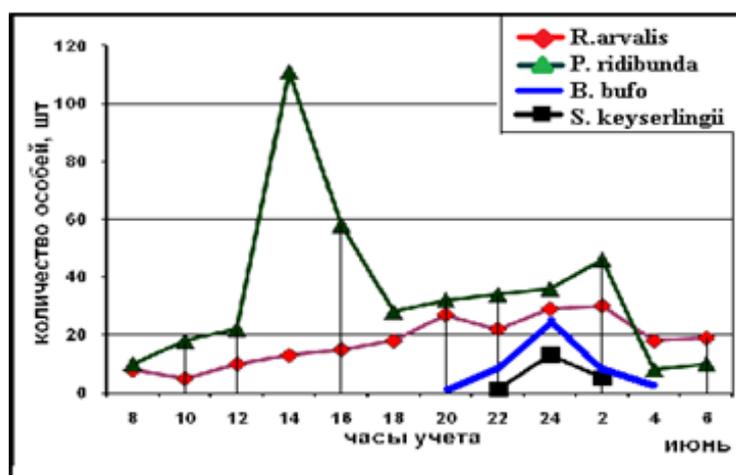


Рисунок 19 - Суточная активность амфибий в старице р. Берешь, Назаровская лесостепь, июль 2016 г

При этом для каждого вида наблюдается максимальная суточная активность, которая лишь частично перекрывается между разными видами при симбиотопии, что уменьшает межвидовую конкуренцию (рис. 19).

Физиологические механизмы, лежащие в основе видовых

экологических предпочтений (микробиотопической приуроченности, суточной динамики активности разных видов) изучены у земноводных недостаточно. Как и в других таксонах они, вероятно, прежде всего затрагивают функциональные резервы энергообмена и его отдельных подсистем, таких как аэробный метаболизм тканей и органов, транспорт  $O_2$ , энергозапасание. В последние годы особое внимание привлекает аэробный метаболизм, так как у некоторых эктотермов, в частности, у рыб усиление аэробного метаболизма в мозге, глазодвигательных мышцах, возможно, в печени используется для локального подогрева и поддержания активности в контрастных температурных условиях [40].

Предположили, что повышенный функциональный резерв энергообмена мозга и печени свойственен лягушкам рода *Rana*, ведущим более сухопутный образ жизни и поэтому чаще сталкивающимся с резкими суточными колебаниями температуры и влажности по сравнению с озерной лягушкой. Интегральным показателем интенсивности энергообмена является скорость потребления  $O_2$ . Чтобы полнее оценить функциональный резерв митохондриального аппарата амфибий, и иметь возможность сопоставить его с эндотермными животными, скорость потребления  $O_2$  *in vitro* определялась при температурах 35-37 °С. Полученные данные свидетельствуют об очень высоком потенциале аэробного окисления в тканях сибирских амфибий, близком, а для тканей мозга сопоставимом с показателями млекопитающих. Скорость потребления  $O_2$  печенью (нмоль/мин/мг) у лягушек была меньше этого показателя у лабораторных крыс только в 2-3 раза в зависимости от содержания последних при 23 или при 10 °С (табл. 2.), скорость потребления  $O_2$  мозгом не отличалась у лягушек и крыс.

Таблица 2.

Показатели энергообмена печени и мозга у озерной и остромордой лягушек в сравнении с лабораторной крысой

Виды	n	Масса тела	VO <sub>2</sub> печени	VO <sub>2</sub> мозга
Озерная лягушка	5	14,95±1,12	0,496±0,042*#	0,44±0,055
	2	46,81	0,455	0,46
Остромордая лягушка	8	11,60±0,98	0,455±0,039*#	0,50±0,071
Крыса <i>Wistar</i> при 23°C	8	230,00±35,70	1,13±0,09	0,57±0,076
Крыса <i>Wistar</i> при 10°C	7	260,15±60,11	1,46±0,092	0,59±0,030

*Примечание:* статистическая значимость различий  $p < 0,05$ : \* между показателями  $V_{O_2}$  амфибий и крысы при 23°C; # между показателями  $V_{O_2}$  амфибий и крысы при 10°C

У лягушек, по-видимому, как и у гомойотермов, энергообмен печени вносит значимый вклад в основной обмен. На это в частности указывает отрицательная корреляционная связь между скоростью потребления  $O_2$  печенью и массой тела животных ( $r = -0,7$ ;  $p = 0,05$  для озерной лягушки и  $r = -0,73$ ;  $p > 0,05$  для остромордой лягушки) (рис. 20), в то время как энергообмен мозга не коррелировал с массой тела у обоих изученных видов.



Рисунок 20 - Зависимости между скоростью потребления  $O_2$  печенью и массой тела амфибий

Вопреки нашим предположениям, межвидовые различия в скорости потребления  $O_2$  тканями печени и мышц не были выявлены, т.е. митохондриальное окисление в этих тканях не лимитирует адаптивные

изменения энергообмена. В дальнейшем представляет интерес оценить температурную зависимость потребления кислорода митохондриями у разных видов амфибий [39].

Интенсивность энергообмена на уровне целого организма зависит от транспорта  $O_2$  к тканям; у лягушек как и у высших позвоночных он осуществляется посредством гемоглобина (г/л). Содержание гемоглобина в крови лягушек существенно в 3 и более раз ниже по сравнению с лабораторными грызунами. При межвидовом сравнении имела место тенденция к более высоким значениям этого показателя у представителей рода *Rana*.

Так, у озерной лягушки данный показатель составляет в г/л —  $45,4 \pm 6,0$  у остромордой —  $54,1 \pm 5,4$  и у сибирской —  $54,5 \pm 13,3$ . Доступность энергосубстратов для окисления оценивали по содержанию в крови глюкозы, по массе гонадного жира у лягушек после икрометания. У половозрелых особей озерной и остромордой лягушек показатель относительной массы окологонадного жира не различался и составлял около 1% от массы тела. Межвидовые различия наблюдались в содержании глюкозы крови. Максимальные значения глюкозы крови в ммоль/л выявлены у сибирской лягушки ( $4,7 \pm 0,6$ ), минимальные ( $1,4 \pm 0,22$ ) у озерной лягушки, для остромордой этот показатель составлял  $2,3 \pm 0,33$ . В дальнейшем предстоит проверить коррелируют ли эти межвидовые различия уровней глюкозы с объемом и видами суточной активности лягушек, с аккумуляцией гликогена в печени и мышцах.

**Глава 2. Разработка практикума по батрахологии для  
специализированных классов при работе с НОУ на базе  
Красноярского государственного педагогического университета им.  
В.П. Астафьева**

**2.1. Подготовка к научным исследованиям**

Сегодня в школе очень важно организовывать и проводить различные научные исследования, но такая работа должна проходить под руководством преподавателя. Учителю нужно обладать целым набором необходимых знаний, применимых для создания каждой методики обучения. Однако, в случае разработки исследований недостаточно общих знаний по биологии, так как научный поиск имеет свою, достаточно сложную структуру и специфику. Для того чтобы учитель мог руководить при создании научной работы ему необходимы особые знания, которые можно получить только из специальной научной литературы. Благодаря появившейся всемирной паутине, практически любую информацию можно легко черпать именно с интернета. Это всевозможные сайты, научные форумы, электронные статьи, социальные сети, которые доступны, как почти каждому учителю, так и ученикам.

Еще до начала разработки темы нужно выбрать объект исследования, а также обосновать критерии выбора именно этого объекта, такие как:

1. Доступность;
2. Относительно не малый размер избранной особи;
3. Простота в содержании в неволе;
4. Легкость в наблюдении за животными в естественных условиях;
5. Встречаемость данных животных в Вашем регионе.

При написании научных исследовательских работ крайне важно раскрыть тему достаточно понятно, но вместе с тем информативно. Существует

несколько этапов, необходимых для выполнения начальной разработки исследовательской работы:

1. Осознание проблемы, по которой обучающийся, по которой обучающийся будет выполнять свою работу;
2. Формирование гипотезы, которая требует проверки;
3. Составление плана действий, необходимых для проверки гипотезы;
4. Формулирование вопросов, требующих решения;
5. Определение порядка создания вопросов и создание связи их друг с другом.

После последовательного выполнения всех этих этапов, нужно выяснить, какая информация, по теме выбранного исследования, на данный момент, уже известна и доступна.

Выбрав правильный путь исследования, следует переходить к методической части своей работы. Существует множество уже разработанных методик для решения схожих вопросов, и, вероятнее всего, вы можете подобрать из них какую-то, наиболее подходящую для выполнения вашего исследования. Однако, не исключено и создание собственной методики для решения поставленных задач, и достижения цели работы. После выбора подходящей вам методики уже можно приступать, непосредственно, к самому ходу исследования.

## **2.2. Методы изучения амфибий как в естественных условиях, так и в физиологической лаборатории**

### ***2.2.1. Изучение амфибий (*Amphibia*) в естественных условиях***

Батрахология – (от др.-греч. βάτραχος — лягушка), это раздел зоологии, в котором изучается класс земноводных, а также их особенности, характеристики и жизненный цикл.

Тему своей научно-исследовательской работы ученик может взять из практикума или же придумать свою, разработанную совместно с учителем.

Темы для научных исследовательских работ учеников при исследовании экологии и биологии амфибий:

1. Исследование сезонной и суточной миграции амфибий;
2. Изучение пространственно-биотопических перемещений земноводных;
3. Изучение трофических связей амфибий;
4. Изучение видовых морфологических характеристик амфибий внутри популяции;
5. Изучение жизненного цикла амфибий;
6. Исследование процесса размножения земноводных в естественных условиях;
7. Исследование биоразнообразия земноводных;
8. Этологические исследования амфибий;
9. Учет гибели амфибий на дорогах;
10. Исследование динамики численности животных при полевых исследованиях.

Для раскрытия этих тем учитель предлагает обучающимся воспользоваться следующими методами:

1. Изучение земноводных с помощью метода визуального учета.
2. Изучение земноводных с помощью метода ленточных трансект.
3. Изучение земноводных методом мозаичных учетов.
4. Использование ловчих заборчиков и ловчих канавок при изучении амфибий.

5. Учет земноводных по голосам и с помощью подсчета кладок особей.
6. Исследование жизненного цикла с помощью Садка.
7. Метод прижизненного взятия пищевой пробы у амфибий.
8. Метод картирования.

Изучение земноводных с помощью метода визуального учета

В этом случае происходит описание встреч с животными. Описание является наиболее простым, недорогостоящим и энергосберегающим методом изучения амфибий. Разрабатываются карточки, на которых отдельно для каждой особи записываются все необходимые сведения при встрече с ними. В период фаунистических работ для установления видового разнообразия, особо важной будет являться информация о встречах с редкими животными, занесенными в Красную книгу области или России (зеленая жаба (*Bufo viridis*), обыкновенный тритон (*Lissotriton vulgaris*), и др.).

<b>Карточка встречи</b>			
Вид животного _____			
Число особей _____	в том числе _____	самцов _____	самок _____
Размеры самцов _____		самок _____	
Дата наблюдения _____		Время наблюдения _____	
Погода: t _____ Осадки: дождь, изморось, туман, нет (подчеркнуть нужное)			
Облачность: _____ % Ветер: штиль, слабый, умеренный, сильный (подчеркнуть)			
Место наблюдения _____			
(административный р-н, ближайший населенный пункт, расстояние от него в км и направление, для леса желательно указать название лесхоза, лесничества и № квартала)			
Местообитание _____			
Поведение наблюдаемого животного _____			
ФИО наблюдателя _____			

Если

Рисунок 21 - Карточка встречи земноводных

эти

наблюдения

проводить регулярно, то не обязательно делать большое количество этих карточек, в этом случае можно завести дневник наблюдений, в который периодически, при каждом выходе в естественные условия обитания земноводных записывать все сведения (рис. 21).

### *Изучение земноводных с помощью метода ленточных трансект*

Методики визуального учета и учета на трансектах частично схожи между собой. Отличие их состоит только в том, что при методе визуального учета обследование можно проводить вдоль трансекты, на площадке,

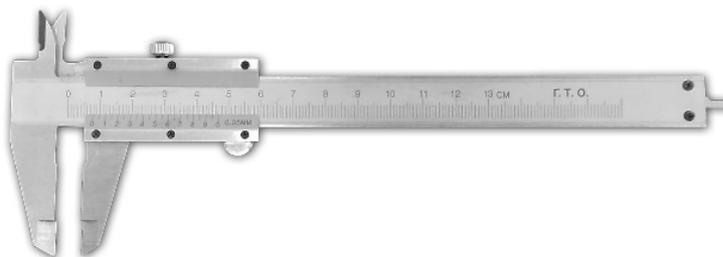


вдоль реки, вокруг пруда и т.д., отмечая всех видимых земноводных, а учеты на трансектах проводят на линиях фиксированной длины и местоположения (рис. 22). Длина и ширина трансекты зависит от исследуемого биотопа (его особенностей), так с «открытой» поверхностью учетная полоса может достигать в ширину до 8 м (где ширину трансекты ограничивают с помощью веревки), а на участке с густо поросшей растительностью (травянистый и кустарниковый ярус) ее сокращают до 2 м. При учете в «закрытом» ландшафте (темнохвойная с светлохвойная тайга, пойменный лес) ширина трансекты определяется на глаз или размахом вытянутых в стороны рук [26].

Метод учета на трансектах очень удобен для определения внутри и межвидовых изменений популяций земноводных, в соответствии с изменениями внешней среды, потому что такие учеты позволяют отслеживать число видов и плотность в соответствии с градиентом условий внешней среды [18].

Основные требования при проведении маршрутных учетов, следующие: маршрут, должен проходить в пределах одного биотопа; длина и ширина его должны соответствовать характеру исследуемого участка; учеты следует вести при наиболее благоприятных погодных условиях и времени суток. В данном методе можно также разработать карточку маршрута, в которую нужно будет заполнять всю необходимую информацию (рис. 23).

<i>Карточка учета амфибий на маршруте</i>	
Дата наблюдения _____	Время начала учета _____ конца учета _____
Размер площадки: длина _____ (м), ширина _____ (м)	
Погода: t _____ °С Осадки: <i>дождь, изморось, туман, <u>нет</u></i> (подчеркнуть нужное)	
Облачность _____ % Ве: _____	
Место наблюдения: _____	
(административный район, ближай- шие, для леса желатель-	
Стация: _____	
ФИО наблюдателя _____	



Для изучения зеленых (*Pelophulax ridibunda*) и бурых (*Rana arvalis*; *Rana amurensis*) лягушек (период размножения) в заболоченных и водных биотопах к дополнению методики визуального учета можно использовать закладку пробных площадок. Для этой цели закладывают площадку размером не менее 25 кв.м. и до 300 кв.м, которые или разбиваются при помощи колышков или устанавливаются по береговым предметам и растительности. Такие площадки необходимо располагать во всех основных растительных ассоциациях водоема. Подсчет амфибий ведется «невооруженным глазом» в разные периоды их активности. Если же в задачах исследования стоит идентификация видов и снятие морфометрических параметров, при первичном исследовании биотопа и данной популяции амфибий, то всех встреченных животных необходимо отловить (либо вручную, либо с помощью водного сачка, в ночной период ослепляя животное светом фонаря), подсчитать, определить их видовую принадлежность, пол, при возможности взвешать и снять необходимые таксономические промеры (с помощью штангенциркуля) (рис. 24). Эти данные могут дать дополнительную информацию о состоянии популяции лягушек.

*Изучение земноводных методом мозаичных учетов*

Метод мозаичных учетов, актуален для определения численности, обилия или плотности амфибий, которая обычно варьирует в пределах биотопа. Особенность этого метода в том, что высокая плотность часто бывает связана со спецификой микробиотопа или пятнами (лежащие на земле стволы, корни-подпорки, кочкарники и т.д.), которые можно выделять и из которых можно брать случайные выборки (в каждом пятне берется независимая выборка). Этот метод применим для тех биотопов, в которых много валежника, например, в тайге, пойменном лесу, кочкарниковых болотах и.п.

### *Использование ловчих заборчиков и ловчих канавок при изучении амфибий*

Для выяснения полного состава обитающих на исследуемом ключевом участке амфибий применяют ловчие заборчики или траншеи (канавки).

Прямолинейные заборчики обычно представляют собой короткие ограждения, которые направляют животных, передвигающихся по поверхности, в ловушки, расположенные на концах или по бокам этих ограждений [18].

Метод учета с помощью ловчих канавок схож с вышеописанным методом, однако он применим в тех биотопах, где почва не является заболоченной (роются на суходолах при наличии достаточно мощного слоя почвы).

Канавки используются при стационарных работах, сохраняясь в одних и тех же местах в течение долгих лет. Для этого рулеткой отмеряется 50 м и штыком лопаты отбивается направляющая линия.



Рисунок 25 - Установка ловчих цилиндров.

Затем роется канавка шириной 20-25 см и глубиной 25-35 см (в качестве меры ширины и глубины можно использовать штыковую лопату: на ширину и глубину штыка). Стенкам канавки придается вертикальность. Дно ее также зачищается: оно должно представлять собой ровную дорожку по ширине канавки без каких-либо препятствий для передвижения животных. В дно канавки вбиваются 5 цилиндров на расстоянии по 5 м. от концов канавки и по 10 м. между собой. Верхние концы цилиндров должны быть вровень с дном канавки без каких-либо выступов и либо быть точно по ширине канавки, либо иметь преграды (камни, фанерки и др. подручный материал) со стороны стенок канавки, чтобы исключить возможность зверькам обегать цилиндр по дну канавки. Высота цилиндра 50-70 см, диаметр 20-25 см. [24] (рис. 25).

*Учет земноводных по голосам и с помощью подсчета кладок особей*

Одним из простейших экологических методов, основанным на поведении животного является учет по голосам или изучение вокализации. Вокализация - это все звуки, которые издает данное животное. Звуки эти бывают абсолютно разными и нести различное значение. Так, например, из звука, издаваемого животным, мы можем определить некую интересную информацию о жизни животного или на каком жизненном цикле он на данный момент находится. У большинства видов бесхвостых земноводных



Рисунок 26 - Резонаторы – приспособления лягушек для усиления издаваемых звуков в «брачный период»

самцы в период размножения издают отчетливые специфические звуки, привлекая этим самок и отстраняя других самцов-конкурентов. Такую возможность им предоставляют резонаторы, усиливающие вокализацию, поэтому в период их размножения можно услышать

отчетливые, громкие звуки, при этом у разных самцов подача "брачной

песни" может быть очень различной (протяжная, резкая, с короткими интервалами или почти без них и т.д.) (рис. 26).

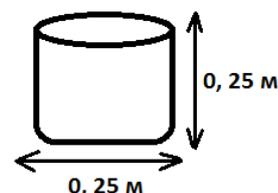
В период размножения подсчет размножающихся особей проводится с помощью методов учета по голосам «токующих» самцов и подсчета кладок [8; 15; 18]. При учете земноводных с помощью подсчета кладок особей можно разработать карточку учета размножающихся амфибий. С помощью этой карточки вы можете регистрировать всех найденных особей (а также с помощью карточки встречи с животным) и фиксировать в ней характеристики, особенности и другие признаки (рис. 27).

<b>Карточка учета размножающихся амфибий</b>	
Дата наблюдения _____	Время начала учета _____ конца учета _____
Погода: t _____	Осадки: дождь, изморось, туман, нет (подчеркнуть нужное)
Облачность: _____ %	Ветер: штиль, слабый, умеренный, сильный (подчеркнуть)
Место наблюдения _____	
(административный р-н, ближайший населенный пункт, расстояние от него в км и направление, для леса желательно указать название лесхоза, лесничества и № квартала)	
Название водоема (если есть) _____	
Тип водоема _____	его площадь _____
Используется амфибиями: по всей площади: в прибрежной полосе шириной _____ м.; На части площади (указать ее долю) _____	
Характеристика учета: охвачен весь водоем; заложены пробные площадки площадью _____, по берегу заложен маршрут длиной _____ м. и шириной учетной полосы на воде _____ м.	
ФИО наблюдателя _____	

Рисунок 27 – Карточка учета размножающихся амфибий

### *Исследование жизненного цикла с помощью садка*

При помощи садка изучают развитие животных с момента икры до метаморфизированной сеголетки. Развитие жизненного цикла животных прослеживается от свежих кладок, помещенных в садки ( $n_{\min.} = 10$ ;  $n_{\max.} = 27$ , где  $n$  – изученное количество комков икры) [18] (рис. 28). Перед началом работы садок (емкость размером около  $0,25 \text{ м}^2$ , изготовленная из нетонущего материала (полиуретановые кольца), к которому пришивается мелкоячеистая москитная сеть) помещают одну свежую кладку, в



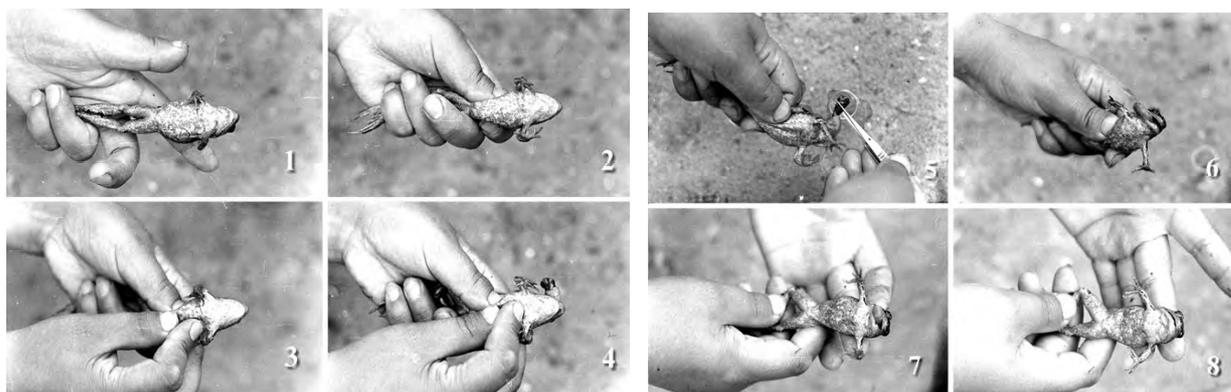
которой предварительно подсчитывают количество икринок и дальше ведут наблюдение за ее развитием.

После вылупления личинок посчитывают количество особей и количество погибших икринок. Отмечаются сроки выклева головастиков и их созревание. Затем на разных этапах развития осуществляется морфометрический анализ головастиков (определение длины тела, хвоста и общей длины тела) и определяются стадии их развития. Рисунок 28 - Садок

#### *Метод прижизненного взятия пищевой пробы у амфибий*

Для изучения трофических связей (важный параметр экологии вида) чаще всего используют метод, при котором амфибий умерщвляют и при вскрытии изымают пищевые компоненты для дальнейшей их видовой идентификации. Этот способ является очень негуманным по отношению к животному, поэтому актуальнее всего воспользоваться методом прижизненного взятия пищевых проб, которые исключают высокую смертность земноводных. Самый простой и надежный метод прижизненного изучения питания лягушек – выдавливание пищевого комка. Для взятия проб достаточно иметь пробирки, фиксатор для пищевых проб, пергамент и карандаш для этикеток и пинцет. Пойманная лягушка берется в левую руку, брюхом вверх (к исследователю), ее задние конечности прижимаются к руке 4-м и 5-м пальцами (Рис. 29. 1). Далее лягушка зажимается 1-, 2- и 3-м пальцами со стороны боков и подмышек с легким давлением от хребта и вперед так, чтобы кожа ее брюха натянулась и брюхо стало выпуклым (рис. 29. 2). Далее, чуть вперед от 3-го пальца (которым зажата лягушка) надо слегка надавить на брюхо 1-м и 2-м пальцами правой руки с двух сторон и довольно быстро, но непрерывно (это очень важно!) перемещать пальцы вперед, в сторону горла лягушки (рис. 29. 3). При этом обычно видно, как горло лягушки начинает «набухать», изо рта выворачивается желудок, из которого появляется пищевой комок (рис. 29. 4). Если желудок полный, пищевой комок нередко вываливается из него. Если этого не происходит, его

следует взять небольшим пинцетом, аккуратно извлечь из желудка и положить в пробирку (рис. 29. 5). После этого лягушка часто самостоятельно заглатывает собственный желудок (рис. 29. 6-8). Но лучше его аккуратно заправить назад с помощью закругленной стеклянной палочки, тупого конца глазного пинцета и т.п. Это позволяет избежать повреждений желудка зубами лягушки и других травм [11].



//Рисунок 29 - Последовательность манипуляций по извлечению пищевого комка у взрослой сибирской лягушки (*Rana amurensis*):

- 29.1 - Пойманная лягушка берется в левую руку, брюхом вверх, ее задние конечности прижимаются к руке 4-м и 5-м пальцами;
- 29.2 - Лягушка зажимается 1-, 2- и 3-м пальцами со стороны боков и подмышек с легким давлением от хребта (чтобы кожа ее брюха натянулась и брюхо стало выпуклым);
- 29.3 - Вперед от 3-го пальца слегка надавить на брюхо 1-м и 2-м пальцами правой руки с двух сторон и довольно быстро перемещать пальцы вперед, в сторону горла лягушки;
- 29.4 - Горло лягушки начинает «набухать», изо рта выворачивается желудок, из которого появляется пищевой комок;
- 29.5 - Если этого не происходит, его следует взять небольшим пинцетом, аккуратно извлечь из желудка и положить в пробирку;
- 29.6-8 - Лягушка самостоятельно заглатывает собственный желудок.

*Метод картирования.*

Рисунок на коже и окраска некоторых земноводных изменяется индивидуально, как отпечатки пальцев у человека. Этот рисунок зачастую регистрируется или копируется с помощью фотографии. Фотография должна отличаться четкостью, резкостью и отличным качеством. Для работы с этим методом необходимо иметь особое оборудование, это: фотоаппарат, лампа импульсная, пленка и ее проявка. Лучше всего пользоваться цветной пленкой, так как она более точно передает цветовосприятие и более отчетливо отображает рисунок. Картирование может использоваться при изучении морфологических внутривидовых показателей, а также как метод мечения взрослых земноводных, то есть для получения детальной информации по характеру использования пространства, скорости роста амфибий, динамики численности их локальной популяции [18].

### ***2.2.2. Изучение амфибий в лабораторных условиях***

Существует ряд физиологических характеристик, которые можно изучить только лишь в специализированной лаборатории при помощи специальных приборов и наборов необходимых реактивов.

Темы для научных исследовательских работ учеников при исследовании земноводных в лабораторных условиях:

1. Изучение кровеносной системы амфибий;
2. Изучение клеток крови земноводных;
3. Сравнительный анализ метаболитов в плазме крови амфибий;
4. Определение интегральных показателей белкового и углеводного обмена земноводных.
5. Исследование генетического полиморфизма популяций близкородственных видов амфибий.

Для раскрытия этих тем учитель предлагает обучающимся воспользоваться следующими методами:

1. Взятие ткани для биохимического анализа;
2. Гемиглобинцианидный метод;
3. Фотоколориметрический метод;
4. Глюкозооксидазный метод;
5. Белковый электрофорез;
6. Изучение развития амфибий в аквариуме при разных вариациях температуры.

#### *Взятие ткани для биохимического анализа*

Для молекулярных аналитических методов анализа тканей пробы лучше замораживать, для этого необходим сухой лед (тв.  $\text{CO}_2$ ) или жидкий азот. Замороженные во льду ткани чаще всего остаются непригодными для биохимических анализов. Сухой лед очень быстро испаряется поэтому хранить его следует в пластиковом, хорошо запечатанном пакете. В поле сухой лед может храниться около недели при наличии специального контейнера. Приобрести сухой лед можно у продавцов замороженными продуктами. Резервуары с жидким азотом также в поле могут использоваться для замораживания тканей на несколько месяцев. Жидкий азот менее доступен, поэтому чаще используют для заморозки тканей сухой лед. Процесс замораживания тканей и органов происходит так: животное умерщвляют с помощью анестезии до извлечения тканей; ткани извлекают в тени, во избежание обезвоживания; изымают органы и кровь у крупных особей и заполняют ими пробирки с завинчивающимися пробками и обозначают номер каждой пробирки (на этикетке) в соответствии с записями в полевом дневнике. Поместить в сухой лед образцы в пробирках и уже после этого необходимо тщательно вымыть все использованное оборудование по возможности с мылом [18].

#### *Гемиглобинцианидный метод*

С помощью этого метода происходит определение гемоглобина в крови амфибий. При этом необходим набор реактивов с набором реактивов для выполнения работы: «Клини Тест-ГемЦ» (НПУ «Эко-Сервис» СПб). Концентрацию гемоглобина в крови рассчитывают по формуле:  $C = E_o/E_k \times 120$ , где  $C$  – это концентрация гемоглобина в опытной пробе;  $E_o$  – оптическая плотность опытной пробы;  $E_k$  – оптическая плотность калибровочной пробы; 120 – концентрация гемоглобина в калибровочном растворе. Взятие крови производится сразу же после отлова амфибий путем декапитации. В качестве антикоагулянта используют гепарин (кислый серосодержащий гликозаминогликан в печени).

Определение метаболитов проводится в плазме крови, которую получают путем ее центрифугирования при 3000 об./мин и до использования хранят в замороженном состоянии [14].

#### *Фотоколориметрический метод*

Альбумин в плазме крови определяется по интенсивности окраски с бромкрезоловым зеленым, при этом фотоколориметрически используют набор реагентов Агат (ООО Агат-Мед) [14].

#### *Глюкозооксидазный метод*

Глюкозу определяют глюкозооксидазным методом с набором реагентов «Глюкоза-ФКД» (ООО «Фармацевтика и клиническая диагностика») [14].

#### *Белковый электрофорез*

Белковый электрофорез, наряду с методами цитогенетическим и секвенированием митохондриальной ДНК, может использоваться для приблизительной оценки генетического полиморфизма популяций, при выяснении филогенетической близости видов и популяций животных [30]. Среди разных методик электрофореза денатурирующий полиакриламидный гель (ПААГ) отличается высокой разрешающей способностью и хорошей воспроизводимостью. Перед исследованием образцы плазмы в течение ночи диализуют против 5 мМоль/л Трис HCl pH=7,4. Белки плазмы разделяют в вертикальных пластинах ПААГ в буферной системе Laemmly [1970].

Рабочий гель должен иметь концентрацию акриламида 10%, концентрирующий – 5%. На трек наносится 100 мкг белка. В качестве белков маркеров используют бычий сывороточный альбумин (67 кДа), яичный альбумин (45 кДа) и карбоангидразу (29 кДа). Электрофорез проводят при постоянной силе тока 3 мА/см<sup>2</sup> и при комнатной температуре. Продолжительность разделения обычно составляет 3,5 – 4 ч. После завершения электрофореза белки на геле фиксируют и окрашивают Кумасси G250 в 3,5% хлорной кислоте в течение 1,5 ч. После этого отмывают от краски в растворе 7% CH<sub>3</sub>COOH. Гели с окрашенными полосами белков (электрофореграммы) фотографируют и для количественного анализа используют электронные фотографии.

Денситометрию электронных фотографий электрофореграмм, определение количества белковых полос, их относительной площади и положения проводят с помощью компьютерной программы, разработанной сотрудником Института вычислительного моделирования СО РАН В.А. Китаевым.

Получаем график распределения плотности на всем треке. Анализ денситограммы основан на представлении графика плотности суммой пиков гауссовой формы и постоянного в пределах анализируемой области фона. Интенсивность фона, амплитуда, ширина и положение каждого пика подбираются по методу наименьших квадратов. Результаты – относительная площадь, амплитуда и положение центра каждого пика – записываются в специальный файл. Обработка полученных результатов проводится с использованием статистического пакета MS Excel 1997 по общепринятым алгоритмам [25].

*Изучение развития амфибий в аквариуме при разных вариациях температуры*

При изучении развития земноводных в аквариуме с разностью температурного режима можно проследить за жизненным циклом животных с момента икры до метаморфизированной сеголетки. Метод схож с методом

садка, только в данном случае наблюдение за развитием происходит в лабораторных, а не в естественных условиях. Температуру изменяют для определения наилучших условий для развития животного, каждый раз фиксируя показатели на разных жизненных стадиях.

## Выводы:

1. В условиях симбиотического обитания амфибиям свойственны: 1) разделение нерестовых зон; 2) смена микробиотопов на разных стадиях развития; 3) смещение периодов суточной активности; 4) потребление кормовых объектов разных экологических групп в зависимости от биотопической приуроченности; 5) у близкородственных видов морфологические различия появлялись в окраске, размерах тела и задних конечностей; 6) дистанции различий в подвижности белков сыворотки крови и количестве альбумина между остромордой (*Rana arvalis*) и сибирской (*Rana amurensis*) лягушкой существенно меньше, чем у озерной (*Pelophyax radibundus*).

2. Разработанный практикум состоит из двух частей: первая часть включает в себя непосредственно подготовку к исследованию, которая состоит из выбора объекта, и сбора материалов к научной работе; вторая часть состоит из тем для научно-исследовательских работ, а также методов изучения амфибий в естественных и лабораторных условиях: визуального учета; ленточных трансект; мозаичных учетов; использования ловчих заборчиков и ловчих канавок; учета земноводных по голосам и с помощью подсчета кладок; Садок; прижизненного взятия пищевой пробы у амфибий; картирования; взятие ткани для биохимического анализа; гемиглобинцианидный; фотоколориметрический; глюкозооксидазный; белковый электрофорез; изучения развития амфибий в аквариуме при разных вариациях температуры.

### Список литературы:

1. Ананьева Б.Н, Боркин Л.Я, Даревский И.С и др. Земноводные и пресмыкающиеся. Энциклопедия природы России. М.: АБФ, 1989. С. 96-100.
2. Антипова Е.М. Особенности флоры Красноярской лесостепи (Средняя Сибирь) // Вестник КрасГау. Вып 13. Красноярск, 2006. С. 183 – 191.
3. Антипова Е.М. Классификация растительности северных лесостепей Средней Сибири // Ботанические исследования Сибири: Красноярское отделение Российского ботанического общества РАН. Красноярск, 2004. С. 8 – 13.
4. Антипова Е.М. Настоящая водная растительность северных лесостепей Средней Сибири // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: мат. I Междунар. научно-практич. конф. (23 – 25 августа 2003г., Барнаул). Барнаул: Аз. Бука, 2003. 108 с.
5. Антипова Е.М. Флора северных лесостепей Средней Сибири: автореф. ... дисс. канд. биол. наук. / Е.М. Антипова. Томск, 2008. 35с.
6. Банников А.Г., Даревский И.С., Ищенко В.Г. и др. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. М.: Просвещение, 1977. 114 с.
7. Баранов А.С, Городилова С.Н. Земноводные лесостепи Средней Сибири: монография. Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2015. 193 с.: ил.
8. Басарукин А.М. О размножении сибирского углозуба на юге Сахалина // X конф. молодых ученых и специалистов Сахалина – КНИИ. Южно-Сахалинск, 1975. С. 38.

9. Боркин Л.Я., Даревский И.С., Орлов Н.Л. и др. Класс Амфибии, или Земноводные. Энциклопедия природы России. М.: АБФ, 1998. С. 19 – 174.
10. Боркин Л.Я. Охрана амфибий и рептилий фауны СССР / Л.Я. Боркин, В. Г. Кревер // Амфибии и рептилии заповедных территорий. М., 1987. С. 39 – 53.
11. Булахов В.Л. Методика прижизненного изучения питания амфибий // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. гос. ун-та., Вып. 6. 1976. С. 146 – 156.
12. Вершинин В.Л. Амфибии и рептилии Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 170 с.
13. Вершинин В.Л. Морфа *Striata* у представителей рода *Rana* (*Amphibia*, *Anura*) – причины адаптивности к изменениям среды // Журнал общей биологии. М., 2008. Т. 69. № 1. С. 65 – 71
14. Городилова С.Н. Эколого-фаунистический анализ земноводных (*Amphibia*) лесостепи Средней Сибири: дисс. ... канд. биол. наук / С.Н. Городилова. Красноярск, 2010. С. 33 – 39.
15. Ермаков Л.Н., Чернышова О.Н. Амфибии и рептилии в Западной Сибири (сохранение биоразнообразия, проблемы экологической этики и экологического образования). Новосибирск: Изд. ООО Ревик-К, 2003. 152 с.
16. Жуков В.С. Птицы лесостепи Средней Сибири. Новосибирск: Наука, 2006. С. 7-9
17. Зятькова Л.К., Райковец О.А. Минусинские впадины // История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Алтае-Саянская горная область. Новосибирск: Наука, 1969. С. 240 – 275

- 18.Измерение и мониторинг биологического разнообразия: стандартные методы для земноводных / С.М. Ляпков. М.: Изд-во КМК, 2003. 380 с.
- 19.Ищенко В.Г. Динамический полиморфизм бурых лягушек фауны СССР. М.: Наука, 1978. 147 с.
- 20.Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. М.: Изд-во КМК, 1999. С. 153 – 154.
- 21.Куминова А.В. Альпийская область Центрального Саяна (хребты Мирской и Араданский) // Изв. Зап. – Сиб. филиала АН СССР, сер. биол. Т.1, вып. 2. Новосибирск, 1946. С. 96 – 102.
- 22.Куминова А.В., Зверева Г.А., Маскаев Ю.М. и др. Геоботаническое районирование. Растительный покров Хакасии. Новосибирск: Наука, 1976. 375 с.
23. Куранова В.Н. Фауна и экология земноводных и пресмыкающихся юго-востока Западной Сибири: дис. ... канд. биол. Наук. Томск, 1998. С. 155 – 156.
- 24.Ливанов С.Г., Равкин Ю.С. Мониторинг разнообразия наземных позвоночных государственного биосферного заповедника «Катунский» (концепция, методы и вариант реализации) // Труды государственного природного биосферного заповедника «Катунский». Вып. 1. Барнаул: Изд-во Алт. Ун-та, 2001. С. 55 – 110.
- 25.Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его критерии / Э. Мэгарран. М.: Мир, 1992. 184 с.
- 26.Новиков Г.А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных. Л.: Изд-во Сов. наука, 1949. 602 с.
- 27.Нокономов Л.И. Пойменные луга Енисея. М.: АН СССР, 1959. С. 54 – 68.

28. Озера Хакасии и их рыбохозяйственное значение / Под ред. Г.П. Сигиневича. Красноярск, 1976. Т. 11. 206 с.
29. Писанец Е.М. Амфибии Украины (Справочник-определитель земноводных Украины и сопредельных территорий). Киев, 2007. С. 136 – 196.
30. Реймерс Н.Ф. Птицы и млекопитающие южной тайги Средней Сибири / Н.Ф. Реймерс. М. Л.: Наука, 1966. 420 с.
31. Роговин К.А. Экология сообществ родственных видов животных (подходы и методы исследований на примере наземных позвоночных) / К.А. Роговин // Журн. общ. биол. 1999. Т. 60. С. 394 – 413.
32. Состояние Окружающей среды Республики Хакасия в 2008 году / Государственный комитет по охране окружающей среды и природопользованию Республики Хакасия. – Абакан: ООО Фирма Март, 2009. 72 с.
33. Средняя Сибирь. М.: Наука, 1964. 480 с.
34. Терентьев П.В., Чернов С.А. Определитель пресмыкающихся и земноводных. М.: Советская наука, 1949. 340 с.
35. Тупицына Н.Н. Конспект флоры берёзовского участка КАТЭКа // Новое о флоре Сибири. Новосибирск: Наука 1986. С. 137 – 190.
36. Черепнин Л.М. Растительный покров южной части Красноярского края и задачи его изучения // Ученые записи Красноярск. пед ин-та. Красноярск, 1956. Т.5. 48 с.
37. Щербак Н.Н. Изучение наружных морфологических признаков и их изменчивости у пресмыкающихся и некоторых земноводных // Материалы IX (XVII) заседания рабочей группы по проекту №86 (18) Вид и его продуктивность в ареале. Вильнюс, 1979. С. 15 – 20.

38. Специализированные классы /Образование Красноярского края. Режим доступа URL: [www.krao.ru/rb-topic\\_1028.htm](http://www.krao.ru/rb-topic_1028.htm) (дата обращения 1.06.2018).
39. Elsukova E.I., Medvedev L.N., Mizonova O.V. Physiological Features of Perigonadal Adipose Tissue Containing Uncoupling Protein UCP1 in ICR Mice. Bull. Exp. Biol. Med., 2016, Vol. 161, pp. 347-350.
40. Hochachka P., Somero G. Biochemical Adaptation. Mechanism and process in physiological evolution – Oxford University Press, 2002. 480 p.
41. Oelkrug R, Goetze N, Exner C, Lee Y, Ganjam GK, Kutschke M, Muller S, Stohr S, Tschop MH, Crichton PG, Heldmaier G, Jastroch M, Meyer CW Brown fat in a protoendothermic mammal fuels eutherian evolution. Nat Commun, 2013, doi: 10.1038/ncomms3140.