



Исследовательская работа в школе

Л.Н Ердаков

Новосибирский государственный педагогический университет

ГЛАВА 1. ПОДГОТОВКА К НАУЧНОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ

В современной школе высоко ценится организация научных исследований, но такая работа детей не может происходить спонтанно, инициированная самими школьниками. Исследовательской работой, даже и в научных учреждениях, руководят опытные сотрудники, доктора и кандидаты наук. Существует целое направление, обозначающееся как методология науки. В любой науке имеется постоянно наращиваемый методический потенциал. Отсюда понятно, что в школе тоже кто-то должен руководить научными исследованиями учащихся, опираясь на специальную методическую литературу. Предполагается, что это целый арсенал необходимых и достаточно простых методик для разных областей знания. Причем здесь недостаточно общего описания разнообразных процедур и условий постановки опытов, как, например, на уроках. Научный поиск имеет свои тенденции и структуру. С особенностями научных разработок учитель, как правило, мало знаком, – у него ведь другая специальность. Для руководства научной работой детей ему необходимы специфические знания, которые можно почерпнуть только из специальной литературы. Однако и так перегруженному преподавательской работой учителю подчас просто не хватает времени на чтение научной литературы, хотя бы и ужатой до реферативных журналов. Доставать такие издания большинству педагогов крайне затруднительно, хотя в настоящее время некоторые источники информации можно найти в электронном виде, в т.ч. на сайте НГПУ (www.nspu.net). Это довольно просто сделать, если есть возможность подключиться к сети Интернет, но движение в этом направлении в школьной среде нашей страны еще только начинается.

Язык современной науки крайне специфичен. Ее *мет одолгия* в настоящее время специализирована и часто очень усложнена. Язык, на котором излагаются результаты исследований, не только насыщен терминами, но сух и лаконичен. Описания проводятся так,

чтобы не позволить двоякого толкования ни в одной фразе. Это делает словарь бедным, а тексты – неинтересными и трудными для чтения всякому, кто не заинтересован в этой научной проблеме. В научном исследовании в большей мере ценится конкретность, формализованность, математическое подтверждение результатов. Чаще всего исследование ученого бывает узко целевым. Оно, как правило, представляет собой небольшое добавление в уже созданную гипотезу, чтобы еще раз подтвердить свое право на существование. Научные труды – это отнюдь не развлекательное чтение, их прочтение требует сосредоточенности, специфической подготовленности читающего. Все это затрудняет ученикам и даже учителям знакомство с научными разработками.

Цель написания данной работы – сгладить эти затруднения и дать возможность учителю обогатиться необходимой информацией из литературы, адаптированной к его профессии.

Дети, которых ориентируют на исследовательскую деятельность, прежде всего, должны обучаться не научному описанию результатов, а научному подходу к любой проблеме. Во-первых, надо помнить, что **научная задача не имеет заранее известного решения**. Наука – это шаг в неведомое. Там нельзя, закончив эксперимент, заглянуть в конец задачника и узнать правильный ответ.

В начале этого шага ученика ждет очень много работы, неминуемой на старте каждого научного исследования. Это:

- *осознание проблемы*, в рамках которой человек собирается работать;
- *формирование гипотезы*, требующей проверки;
- *планировка необходимых действий для той проверки*, а отсюда
- *формулирование целого ряда вопросов*, требующих решения,
- *их иерархии и степени связанности*.

Совершив такую первичную формализующую работу, неплохо бы *выяснить, что к настоящему времени известно на тему избранного исследования*, дабы не начать изобретение велосипеда. Кстати, наука и изобретательство – вещи не идентичные.

Еще одно отличительное свойство научной работы – это **обязательная повторяемость результата**. Если ты получил результат, который, даже точно повторив все твои действия, никто другой не сможет получить, то эта работа не имеет отношения к науке. Это частная фантазия, возможно, литературное или художественное произведение. Ведь любая наука формулирует природные законы. Используя их, человек может предвидеть последствия своей деятельности, строить точный прогноз результатов. Только так можно построить действительную картину мира, в котором мы живем, а это является целью любого научного исследования.

В знакомом мире становятся понятными многие взаимодействия, обеспечивающие связи между предметами и явлениями. В нем можно пользоваться нашим знанием для улучшения жизни, рассчитывать возможные пути таких улучшений. Если же в итоге точно повторенной работы мы получаем совершенно неожиданный и каждый раз иной результат, значит, мы не знаем окружающего мира.

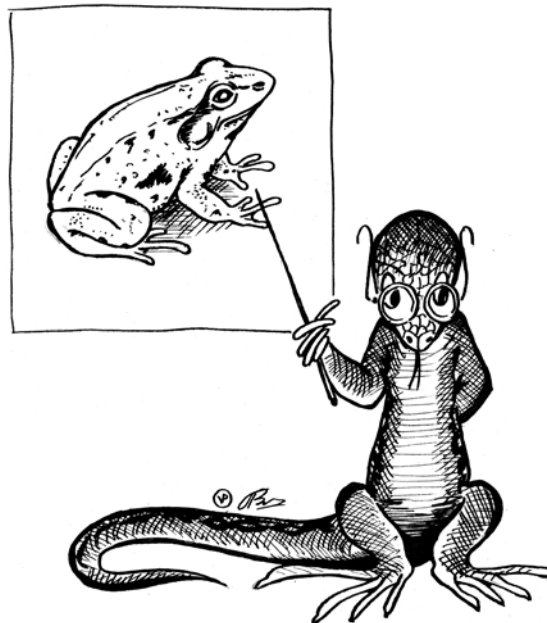
Определяя путь своего научного исследования, нужно **подобрать для него удобный и адекватный метод одический инструмент**. Наверное, за многие годы учеными наработано уже немало разнообразных методик для решения сходных вопросов, возмож-



но, среди них есть и вполне подходящие для наших целей. Ищем что-либо подходящее в литературе. Если такового не обнаружено, то стоит попробовать подобрать наиболее близкую из известных методик, реконструировав ее, подогнать к своим задачам. Это самый короткий путь. Однако экономичным может оказаться и путь создания совершенно новой оригинальной методики. Правда, создав такую, придется оценивать и доказывать ее приемлемость для данной задачи.

Но оставим перечисление сложностей научной работы и предложим примеры научных исследований, ограничив себя определенными объектами и задачами. Нужно отдавать себе отчет в том, что это пособие – лишь один из возможных образцов, используя который учитель и ученик выстроят свою исследовательскую разработку для любого природного объекта.

Итак, введем свои ограничения. В этой работе речь пойдет о *биологических научных исследованиях*. Объектами будут животные: земноводные и пресмыкающиеся Западной Сибири. Из земноводных предлагается самый массовый вид, который постоянно попадает на глаза, – **остромордая лягушка**, из рептилий – **живородящая ящерица**, встречи с которой не менее часты, чем с лягушкой, потому что она обычный обитатель наших садов, огородов и пустырей в городах и деревнях. Итак, выбор обусловлен исключительно тем, что этих животных люди постоянно видят. Аспекты исследований будут ограничены вопросами экологии и этологии.



Обоснование выбора объектов

Нельзя выбирать объект, пользуясь эстетическими или любыми другими пристрастиями будущего исследователя. *Объект по своим качествам должен соответствовать будущей работе.* Вспомним, как удачно выбрал объект – горох –

Грегор Мендель, и как затем его постигла неудача с энотерой. Не менее удачен был выбор объекта (инфузорий) у российского ученого Г.Ф. Гаузе, что помогло ему сформулировать принцип конкурентного исключения. Так и для школьного исследования, дабы оно было результативным, тоже необходимо правильно подобрать объект. Каковы же должны быть его особенности? Вот некоторые из выигрышных особенностей остромордой лягушки и живородящей ящерицы, взятых объектами для экологических исследований:

1. Доступность.
2. Относительно большая величина.
3. Простота содержания в неволе.
4. Легкость определения до вида при низком видовом разнообразии этой группы животных в нашем регионе.
5. Названных животных нетрудно наблюдать в природных условиях, они относительно мало подвижны и не очень пугливы.
6. Наконец, оба вида часто встречаются, по ним легко набрать достаточный статистический материал.

7. Еще один плюс выбору именно этих животных – их малая изученность. Поэтому практически любая информация о конкретных находках земноводных и пресмыкающихся, их видовом составе, численности, сезонных явлениях в их жизни уже представляет научную ценность и может быть использована при составлении кадастра животного мира.

Об этих животных наши знания настолько отрывочны и недостаточны, что наблюдения за их повадками смогут объяснить их тайны и непонятные пока правила, по которым они живут.

Итак, юных исследователей стоит ориентировать на то, что, проводя свои наблюдения и делая описания, они вполне могут собрать сведения совершенно новые и неизвестные современной науке.

**Форма
подачи
материала**

Здесь предлагаются три раздела: наблюдения, эксперименты, теоретические разработки. Конечно, такая рубрикация искусственна, поэтому и рубрики не имеют подчас четкого разделения. В каждой из них будут описаны разнообразные методики, которые можно использовать в исследовательской работе школьников. Кроме того, педагогам будут предложены примеры реализации отдельных методик и обработки полученного с их помощью материала.

Научные разработки пригодны для разных возрастных групп детей. Одна и та же работа постепенно усложняется по мере взросления исследователя. Работы описываются заведомо не одинаковые по уровню, что поможет определиться разным возрастным группам, научные интересы которых, естественно, различаются.

Отсутствовать в этом описании будут работы, связанные:

- 1) с умерщвлением и расчленением объектов;
- 2) с изменениями в их среде обитания;
- 3) с применением сложных и дорогостоящих приборов и оборудования;
- 4) с круглосуточным наблюдением или огромной мышечной и нервной нагрузкой на исследователя.

РАЗДЕЛ 1. НАБЛЮДЕНИЯ

Эта форма научной работы хороша тем, что *минимально воздействует на окружающую среду*, а также на само изучаемое животное. Наблюдатель должен быть очень аккуратен, чтобы максимально снизить «эффект присутствия». Иначе вместо природной картины жизни животного он будет в большей мере фиксировать разные элементы защитного поведения, то есть описывать, как животное спасалось от него самого.

Если мы проводим наблюдения ради научных целей, то должны быть весьма педантичны в этой работе. Необходимо внимательно следить, чтобы наблюдения под одну задачу проводились строго по одной и той же схеме. Кроме того, так как при дальнейшей обработке результатов потребуются различные способы группировки и сравнения материалов, необходимо исключить путаницу мест, сроков и объектов наблюдений. Последнее легко выполнимо, если будущий ученый возьмет за правило этикетировать каждое свое наблюдение. Предлагаем несколько вариантов таких этикеток, или карточек, из тех, что наиболее часто используются для различных учетов и наблюдений за животными в природе. Они приведены в методическом пособии «Земноводные и пресмыкающиеся Новосибирской и Томской областей» (Чернышова и др., 2002) на стр. 39, 42, 44, 45. Это общие карточки для любого из видов наблюдений, но ко многим из них там, где ведутся учетные работы, будут предложены дополнительные карточки, в которые будут записываться результаты наблюдений. Эти карточки должны накапливаться для дальнейших обобщений.

Еще одна особенность научной работы состоит в том, что собранные материалы хранятся неопределенно долгий срок. Они образуют постепенно увеличивающийся научный архив, один из очень ценных результатов научной работы. К этим материалам можно будет возвращаться и при необходимости заново обрабатывать их все более современными способами. Так извлекается на свет новая, скрытая в них информация, о которой было неизвестно сборщику. Впоследствии эти материалы, не изменяя их формы, можно перенести на другую, уже небумажную, основу (компьютерные дискеты и диски), с тем, чтобы увеличить срок их жизни. Это же упростит обращение к ним по мере необходимости или по мере появления новых идей и способов обработки.

Карточка маршрута

Дата наблюдения _____ Время начала маршрута _____ конца маршрута _____
Длина маршрута _____ (км) Ширина учетной полосы _____ (м)
Для береговых маршрутов: ширина учетной полосы по берегу _____ (м),
ширина учетной полосы на воде _____ (м),
ширина мелководья, на котором видны животные _____ (м)
Погода: t _____ ° Осадки: дождь, изморось, туман, нет (подчеркнуть нужное)
Облачность: _____ % Ветер: штиль, слабый, умеренный, сильный (подчеркнуть)

Место наблюдения _____

(административный район, ближайший населенный пункт, расстояние от него в километрах и направление, для леса желательно указать название лесхоза, лесничества и № квартала)

Местообитание _____

Маршрут по дороге: асфальтированной, покрытой щебнем, сильно наезженной, грунтовой, слабо наезженной, заброшенной (подчеркнуть)

ФИО наблюдателя _____

Карточка встречи

Вид животного _____
Число особей _____ в том числе _____ самцов _____ самок _____
Размеры самцов _____ самок _____
Дата наблюдения _____ Время наблюдения _____

Погода: t _____ °C Осадки: дождь, изморось, туман, нет (подчеркнуть нужное)
Облачность: _____ % Ветер: штиль, слабый, умеренный, сильный (подчеркнуть)

Место наблюдения _____

(административный район, ближайший населенный пункт, расстояние от него в километрах и направление, для леса желательно указать название лесхоза, лесничества и № квартала)

Местообитание _____

Поведение	наблюдаемого	животного
_____	_____	_____

ФИО наблюдателя _____

Карточка учета размножающихся амфибий

Дата наблюдения _____ Время начала учета _____ конца учета _____

Погода: t _____ °C Осадки: дождь, изморось, туман, нет (нужное подчеркнуть)
Облачность: _____ % Ветер: штиль, слабый, умеренный, сильный (подчеркнуть)

Место наблюдения: _____

(административный район, ближайший населенный пункт, расстояния от него в километрах 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) _____ (выбрать нужное)

Характеристика учета: охвачен весь водоем; заложены пробные площадки площадью _____ ,
по берегу заложен маршрут длиной _____ м и
шириной учетной полосы на воде _____ м

ФИО наблюдателя _____

Карточка учета амфибий на пробной площадке

Дата наблюдения _____ Время начала учета _____ конца учета _____

Размер площадки: длина (м), _____ ширина (м) _____

Погода: t _____ °C Осадки: дождь, изморось, туман, НЕТ (подчеркнуть нужное)

Место наблюдения _____

(административный район, ближайший населенный пункт, расстояния от него в километрах и направление, для леса желательнее указать название лесхоза, лесничества и № квартала)

Местообитание _____

ФИО наблюдателя _____

ГЛАВА 2. ИЗУЧЕНИЕ СЕЗОННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Сезонность деятельности

Сезонные явления природы изучают различные науки.

Совокупность знаний о сезонных явлениях в природе, сроках их наступления, протяженности, причинах, определяющих эти сроки, называют фенологией. Фенологические наблюдения едва ли не самые древние в биологии. У каждого вида животных имеется определенный годичный цикл жизненных отправлений, установление их основных сроков в таком цикле и является основой фенологических наблюдений. Какие же основные явления в годовом цикле жизни, например, у лягушек? Что особенно важно регистрировать в нем? Вот краткий перечень, знакомый каждому биологу:

1. Окончание зимовки и выход животных из убежищ. Здесь обычно отмечают сроки выхода самых первых животных, второе важное наблюдение – сроки выхода основной их массы. Для многих интересным бывает фиксация сроков выхода последних животных, выявление сильно запаздывающих, последних животных.

2. Появление брачных признаков у самцов. У них формируются такие признаки, как изменение окраски, гребни, мозоли и прочее.

3. Далее первые животные появляются на местах откладки икры. Соответственно, заполнение нерестилищ основной массой животных. Для некоторых исследований будут интересными сведения об опоздавших, сроках их опоздания и причин, на них влияющих.

4. Первые, массовые и запаздывающие «песни» лягушек. Сроки, продолжительность и запоздалое пение, когда оно уже потеряло свой смысл, т.к. самки покинули водоем.

5. Спаривание животных. Здесь тоже интересны не только сроки появления самых первых пар, но и массового их образования, а также самые поздние сроки у сильно отставших животных.

6. Икрометание, в котором фенолог также отмечает не только появление первой кладки, но и сроки их массового производства, а также – запоздавшие кладки.

7. Выход на сушу животных, закончивших размножение.

8. Появление личинок: самых первых, массовый их выход, ну и, конечно, опоздавших. Кроме того, имеются свои фенофазы, связанные с ростом и изменениями личинок. Все они также имеют большое значение при изучении лягушек.

9. Выход на берег водоема лягушат. Здесь интересны не только сроки выхода первых, основной массы и опоздавших, но и появление этих лягушат в типичных для них биотопах вдали от водоемов.

10. Последнее явление в годовом цикле – уход на зимовку. Его сроки фиксируются, как и предыдущие. Здесь тоже можно фиксировать сроки у отдельных групп: самцов, самок, молодых, старых.

Эти основные явления годового цикла можно исследовать, сообразуясь с различными нуждами, в зависимости от поставленных задач. Тогда исследовательская деятельность может образовать очень широкий фронт. При общении и обмене информацией меж-

ду исследователями такие наблюдения быстро дают интересные и новые научные результаты.

Нас интересует исследовательская *деятельность школьников*, поэтому представим ее себе более детально. Любому ученику известно понятие **сезонности**. Еще в начальной школе все вели дневник наблюдений и имеют представление о том, что для каждого сезона требуется свой особый набор приспособлений. Они подчас настолько важны, что меняется сам облик животного или растения. Кроме того, в каждом сезоне животное выполняет строго определенную «работу», которая чаще всего невозможна для выполнения ни в каком ином. В то же время, все сезоны необходимы живому организму и пропуск любого из них тяжело отразится на его жизни. Вся эта предварительная информация имеется у учеников, поэтому уже на ее основе легко формулировать **задачи исследования сезонности**.

Прежде всего, *одной* из таких задач может быть *установление сроков каждого сезона* для любого из видов наших рептилий и амфибий. Ведь у каждого вида свои особенности физиологии. Например, по-разному относятся к понижению или повышению температуры. (Теплолюбивая зеленая жаба и ее холодоустойчивая родственница серая жаба.)

Что такое установление сроков сезонов? Эта работа включает в себя множество *частных задач*.

Первая из них – разграничение сезонов для нашего объекта. Для этого нужно с помощью наблюдений выяснить, различается ли его деятельность и активность в разные сезоны. Установить, сколько у него сезонов. Это у нас принято четыре, а у него может оказаться свой календарь. Предыдущую задачу можно решить, только справившись с маркировкой деятельности в каждом сезоне. Как можно выделить сезон?

Например, можно найти вид деятельности или форму активности, характерную для конкретного сезона и отсутствующую в других. Эта деятельность и будет маркером сезона.

Самые простые пояснения: маркер «зимы» – спячка, при которой снижается температура тела почти до нулевой отметки или ниже. Маркером «весны» может оказаться метание икры, невозможное для других сезонов, или издавание звуков. Сезон «лето» может быть помечен линькой, если в другие сезоны она невозможна. Так описывается и доказываемся наличие сезонности в жизни данного вида.

Вторая задача. После этой предварительной работы, когда количество и критерии сезонов установлены, начинается основная работа по установлению сроков для каждого из них. Они, конечно, окажутся приблизительными, но тогда уже можно сравнивать разные виды не только по самим срокам сезонов, но и по точности их выдерживания. Это трудоемкая работа, рассчитанная на многолетние наблюдения, но нужно заметить, что не бывает легких научных работ!

Заметно проще научная работа по установлению сроков у каждой **жизненной фазы** вида. Вот перед нами лягушка. Она может существовать в виде икринки, личинки, головастика и готовой лягушки того или иного размера.

Исследование продолжительности созревания икры для любого вида амфибий включает в себя, прежде всего, *фиксирование самого акта выметывания икры*. Здесь предварительное исследование может быть сведено к установлению разброса в начале метания икры у разных особей или на разных, хотя и близко лежащих, водоемах. Если в двух соседних водоемах икротетание значительно не совпадает по срокам, то производится проверка нескольких характеристик. Первая из них – вид животного. Может оказаться, что на один водоем собрались лягушки одного вида, а на другой – другого. Если вид один и тот же, а водоемы близко, то нужно решать две экологические задачи:

- а) чем эти водоемы отличаются по природным особенностям;
- б) какое из этих отличий затянуло откладку икры.

Это может оказаться температура воды, связанная с глубиной или соленостью водоема. Не исключено, что главной причиной был рельеф берега или экспозиция к стороне

света. Даже зарастание водной кромки и затенение мелководий кустарниками или деревьями тоже может снизить температуру воды, и это растянет сроки созревания икры. Причин может быть множество. Достаточно найти хотя бы основные из них.

Выяснив причину различия, можно перейти к решению любой из частных задач. Например, выяснению сроков развития икры. В комках или лентах множество икринок и есть смысл установить для себя сроки завершения развития икринок. Это вопрос во многом философский. Помните такой вопрос: «Когда появляется лысина? Когда упадет первый волос или последний?». Так и здесь необходимо решить для себя, что считать окончанием развития икры. Начало ее развития всегда установлено, это момент ее появления в воде. Окончание же, видимо, знаменует выход из икринок большинства личинок. Для решения вопроса нужно дождаться выхода практически всех личинок, записывая количество оставшихся икринок на каждые сутки. Если это количество будет несколько суток оставаться постоянным, значит, оставшиеся икринки нежизнеспособны. Останется вернуться к предыдущим записям и проанализировать выход личинок. Это *можно сделать в виде графика*. На нем будет виден подъем кривой, некоторое время она будет держаться на максимуме, а затем начнется снижение показателей. На таком графике можно отметить срок, когда большинство личинок вышло из икры, например, 80–90%. Оставшиеся несколько процентов составляют те, что поторопились с выходом или запоздали, их количество можно признать несущественными. Таким образом, мы получили сроки формирования личинки в первой из наблюдаемых кладок.

Наиболее точно наши наблюдения покажут истинную картину, если мы будем фиксировать выход личинок из кладок, отложенных в одном водоеме, поблизости друг от друга и приблизительно в одно и то же время. У таких кладок окажутся очень близкими воздействия внешней среды, и различия будут определяться в основном индивидуальными различиями самок, отложивших икру, и самцов, ее оплодотворивших.

Следующую задачу диктует сама жизнь. Вот из икринок вышли личинки, их жизнь далеко не монотонна.

Сначала они держатся вместе и малоподвижны. Затем они начинают активно плавать и питаться.

Оставаясь личинками, они преобразовываются:

- у них исчезают наружные жабры, заменяясь на внутренние.
- разрастается туловище и формируется так называемый головастик.
- у него, в свою очередь, появляется складка позади рта, а затем начинают прорываться и формироваться задние конечности.
- следом за ними из передней складки формируются передние конечности.
- в конце этих процессов начинает уменьшаться хвост.

Все этапы этого развития можно считать отдельными фазами и для каждой из них устанавливать время протекания для разных особей. Здесь тоже можно набрать много второстепенных и рассчитать среднюю длительность каждой фазы. И опять точность нашего исследования будет скрадываться индивидуальной изменчивостью личинок, а также удачами и неудачами их охоты, то есть в большой мере кормностью водоема. В итоге всех этих расчетов мы не только установим *среднюю продолжительность* каждой фазы, но и их *изменчивость* под влиянием некоторых воздействий среды обитания.

Наконец, еще одна задача связана с последней фазой развития. Из головастика в результате превращения получился молодой лягушонок, которого называют сеголеток, т.к. он этого (сего) года рождения. Здесь, кажется, нет смысла рассчитывать сроки, через год эти лягушата (те, кто доживет) станут неминуемо годовалыми. Однако всем им предстоит разная жизнь, и уже к осени они станут различаться по величине. Вот и еще одна работа по выяснению изменчивости размеров и массы лягушат-сеголетков. Ее легко провести осенью, собрав, промерив и взвесив таких лягушат. Ошибиться здесь трудно, потому что сеголетки хорошо отличимы от проживших два сезона, а, кроме того, их пока значительно больше. Так что последняя задача решается быстрее и легче всех предыдущих.

Каждая из этих исследовательских задач может быть предложена для решения конкретному школьнику, но перед началом работы следует убедиться, что ребенок к ней готов. Для этого придется поработать с начинающим исследователем. Прежде всего, формулируется цель исследования. Цель – это самое общее представление о будущих результатах. Далее нужно помочь ему сформулировать гипотезы, которые он будет проверять в ходе своих наблюдений или экспериментов. По каждой гипотезе ставится несколько локальных задач, каждая из которых в работе должна быть выполнена, то есть по каждой будет получен определенный ответ, обоснованный результатами исследований. Далее работа должна быть соответствующим образом оформлена, чтобы результаты ее были понятны любому читающему.

Давайте на примере первой задачи изучения сезонности представим себе план проведения любого исследования

Первая задача, как мы помним, проста – разграничение сезонов для нашего объекта. Например, мы решаем ее для живородящей ящерицы. Сформулируем гипотезу: ***уэт ой ящерицы год делит ся на чет ыре сезона***. Спячка зимой, размножение, сопровождаемое брачными играми весной, рост и развитие с сопутствующими линьками летом, а поиск зимних убежищ и их подготовка осенью.

Зимняя спячка в подтверждении не нуждается, и ее можно принять без наблюдений.

Для выявления наличия следующего сезона и его протяженности нужно убедиться, что у ящерицы есть определенное время брачных игр.

Что касается роста и развития ящериц, то эти изменения должны сопровождаться усиленным питанием, увеличением размеров животных и периодическими линьками. Питание животных может происходить и в брачный период, а может, и нет. В этом нужно разобраться.

У самок можно выделить своеобразный период размножения (деторождения). В том случае если появление молодых приурочено к определенному сроку, а не растянуто по всему летнему времени, то его можно считать отдельным сезоном. Если молодые появляются в определенную неделю какого-то летнего месяца, то это время вполне можно обозначить как особый сезон.

И наконец, сезон поиска зимнего убежища и устройства в нем тоже возможен, если все лето ящерицы не имели особых убежищ и нор, а осенью начали активно их строить или подыскивать. В таких убежищах они должны задерживаться все дольше и, наконец, перестать из них выходить.

Итак, на какие вопросы ответит это исследование?

На *первый из них* может быть получен ответ из литературных источников, а могут быть выкопаны животные, оцепеневшие в определенной позе спячки в своих убежищах. Позы можно зарисовать.

Наличие второго сезона доказывают наблюдениями. Для этого весной наблюдают поведение ящериц. Зарисовывают характерные позы при брачных играх, описывают сам ритуал, фотографируют и отмечают примерные сроки начала и конца этого сезона.

Третий сезон – рост и развитие. При росте периодически происходит смена шкурки. Нужно обнаружить линных животных. Зарисовать или описать, как они выглядят, как сходит с них шкурка, как выглядит новый наряд.

Для выяснения существования сезона поиска зимних убежищ нужно за лето так хорошо познакомиться с жизнью нескольких ящериц, чтобы знать, где они прячутся от врагов, где отдыхают. Сезон поиска, видимо, имеется, если животные в конце лета сменили свои неглубокие временные убежища на более комфортные. Подтверждением будет то, что они затратили на поиск новых укрытий время. Остается примерно определить его границы во времени и нарисовать летние и зимние убежища для их сравнения.

Последнее, что может быть определено в рамках первой задачи, это наличие сезона деторождения у самок. Это трудное дело. Хотя можно на глаз выделить ящериц с заметно раздутым животом и переключить свое внимание на них. Особенно сложно определить время начала наблюдения, когда хотя бы одна из них вдруг заметно отощавает. Не исключено, что вам удастся увидеть у какой-нибудь из них сам момент появления молодых.

Итак, для каждого сезона необходимо выделить маркирующее его действие, отсутствующее в любом другом сезоне, и доказать его присутствие. Вот возможные предположения таких маркеров:

- существование первого сезона – наличие зимнего оцепенения;
- доказательство второго сезона – проявление брачных игр;
- наличие третьего сезона – замечены линяющие животные;
- четвертый сезон маркируется массовым поиском зимних убежищ (это сложно доказать, так что проявленного четвертого сезона у этой ящерицы может и не случиться).

Оформление работы

После того, как работа предварительно обсуждена и описаны основные ее этапы, остается разработать схему отчета (описания) этого исследования. В науке схема такого описания довольно стандартна, к ней и следует привыкать молодым исследователям. Чаще всего научная работа оформляется так:

Вначале дается постановка будущего исследования (раздел «введение»). Здесь сосредоточены основные, самые общие, сведения об объекте, сформулированы цели и задачи исследования.

Далее следует литературный обзор, где приводятся опубликованные сведения о том, что уже известно по этому вопросу об этом объекте в данном или любом другом регионе

Наконец, начинается описание самой работы. Прежде всего, описываются методики, использованные в работе, и сообщается о количестве собранного материала, времени и месте сборов, количестве суток наблюдений, числе рисунков, схем и пр. Обычно это тоже отдельный раздел, обозначаемый как «материал и методика».

Познакомив читателя с тем, как делалась эта работа, нужно показать и что сделано. Обычно это самый большой раздел, где приводятся и обсуждаются результаты исследований. Здесь показаны сравнительные таблицы, рисунки, иногда фрагменты дневниковых записей и итоговые результаты расчетов – средние данные. Раздел так и называют – «Результаты и их обсуждение».

Работа на этом заканчивается, гипотезы сформулированы и проверены, остается подытожить сделанное, заключить исследование, сформулировав основные результаты в виде выводов. При этом необходимо, чтобы все задачи, поставленные во введении, нашли свое (окончательное или промежуточное) решение в выводах. Чаще всего эту часть отчета так и называют – «выводы». Располагают полученные выводы по принципу наибольшей значимости. Самый важный – первый, менее важный – второй и т.д. Можно выводы не формулировать, не во всякой работе это позволяют результаты. Тогда пишется краткое «заключение», где коротко перечисляются итоги работы и могут намечаться дальнейшие исследования по этой теме. Обычно исследователь увлекается своей темой по мере все большего знакомства с ней, и ему хочется расширить, а чаще углубить полученные новые знания.

Последняя часть отчета обозначается как «литература». Здесь по алфавиту фамилий авторов приводятся все литературные источники, которые использованы в данной работе. Если человек воспользовался чужой работой и не сослался на нее, то это кража. Так что необходимо строго следить, чтобы все ссылки на чужие работы присутствовали и ни один из авторов, чьи сведения использованы, не был обижен и обойден в перечне литературы.

Следующее множество научных исследований связано с **сезонностью десятилетняя** * животных. Каждый сезон несет свои особенности и в каждом нужно успеть совершить возможные только в это время действия. Если и почему-либо они окажутся невы-

* Весенний сезон – это сезон размножения всех видов наших амфибий, и для изучения жизненных фаз в это время можно использовать стандартные методики учетов, разработанные для периода размножения. Их краткое описание можно найти ниже в рассмотрении методов учетов численности животных.

полненными, то «отлынивающая» особь настолько сильно пострадает из-за своей бездеятельности, что, скорее всего, погибнет.

Начнем с рассмотрения весеннего сезона. Это очень важное время для амфибий, от него зависит продолжение лягушачьего рода, появление все новых лягушек в нашей местности. Деятельность их в это время весьма различна; давайте коротко рассмотрим, что может изучать наблюдатель весной, выбрав объектом какой-нибудь вид амфибий.

Первое, что можно описать у лягушек весной – это, конечно, выход из зимовки. Это означает установить характерные для данного вида сроки выхода:

- у взрослых самок и самцов,
- у молодых и старых (молодые – мелкие, старые – крупные).

Задачи исследования можно огрублять, делая их более общими, а можно уточнять, сосредоточиваясь на все более частных исследованиях. Как это сделать? – Да просто разделить наших лягушек на более мелкие, но зато более однородные группы. Так, молодые особи – это одно-, двух- и даже трехлетние животные, которые еще не отправляются на водоемы для размножения*. Отсюда и возможное различие результатов, описание выхода из зимовки отдельно для каждой группы. Интересно выяснить:

- взрослые или старые животные первыми приходят на водоем,
- имеются ли представители этих групп, которые на водоем весной не отправились,
- часто ли движение к месту размножения прерывается гибелью животных.

Летний сезон ставит свои задачи. Вот небольшой перечень таких задач, каждая из которых может лечь в основу самостоятельной научной разработки.

1. Где живут лягушки разных возрастных групп летом?
2. Есть ли разница в предпочтении мест у самцов и самок, молодых и старых?
3. С одинаковой ли интенсивностью питаются все лето лягушки, если нет, то в какие сроки интенсивность кормежек возрастает?
4. Из всего набора форм деятельности летом выделить только истинно летние, то есть формы, которые не могут наблюдаться в другие сезоны.

И так далее.

Сезонные миграции

Каждый сезон предлагает свои требования амфибиям и рептилиям. Это может быть различная зависящая от сезона погода, или различная, связанная с сезоном пища. У животных появляется необходимость подбирать соответствующее место проживания. Эта потребность найти себе место получше, поудобнее для данного сочетания погодных, кормовых и прочих условий заставляет животных перемещаться по территории. Поскольку эти животные относятся к одному виду и потребности у них очень похожи между собой, то передвигаются они в определенное время, почти как по команде. Ученые такие направленные перемещения большинства особей одинакового вида называют миграциями, или даже нашествиями. Их изучение – это большой и серьезный раздел научной работы. Стоит напомнить о том, что миграция – это подчас захватывающее зрелище для наблюдателя. Она включает перемещение больших масс животных, стай, стад. В нашем случае задача более частная и требующая большей наблюдательности. Ведь нужно заметить и зафиксировать (например, на плане местности) тонкие «ручейки» перемещений мелких животных. Часто их скрывают густые заросли. Нужно определить их направление в разные сезоны.

Первая тема такого исследования может быть определена как *особенность и весенних миграций лягушек*. Здесь нужно проследить их передвижения от мест зимовок к местам размножения и от мест зимовок к местам летнего жительства. Последнее характерно для молодых амфибий, которым еще рано начинать размножение. Как видите, у нас сразу получились два направления исследований. Причем, если по первому уже существуют некоторые научные сведения, то по второму – они нам неизвестны.

* А возможно, на них отправляются независимо от возраста и способности к размножению. Хорошо бы установить, с самого начала жизни гонит их туда инстинкт или проявляется он только с созреванием.

Какие подходы могут быть к решению первой задачи: описание миграций на водоемы? Действие это происходит в самом начале весны, когда еще не полностью сошел снег. Найти места зимовок сложно, тем более что зимуют лягушки поодиночке, поэтому нужно сразу придумывать какое-либо упрощение. Поиск отдельно зимующих лягушек – занятие бесперспективное. Но мы-то знаем, что они, проснувшись, отправятся на водоем. Так и начинать наш научный поиск лучше прямо от берега водоема.

По мере оттаивания почвы оттаивает все больше лягушек. Процесс этот медленный, и мы этим воспользуемся. На первом этапе можно просто найти водоем, на береговую линию которого приходят откуда-то с суши лягушки. Идут они, возможно, по своеобразным тропинкам. Разметим поблизости от берега такие тропинки, втыкая на обочине каждой по несколько прутиков. Далее нужно, не распугивая путешественниц, попытаться втыкать свои прутики все дальше от берега, приближаясь таким способом к местам зимовок. За короткий срок такая работа даст нам, пусть примитивные и не полные, но обозначенные пути миграций. Выделив среди них самые насыщенные, по которым текут целые «ручейки» животных, мы найдем и участки, где в эту «речку» вливаются отдельные особи. Здесь уже стоит осмотреться повнимательнее. Нам должно повезти, и мы сможем увидеть некоторое количество особей, которые только выходят со своей зимовки: из норки или из-под листьев, или выкапываются из почвы. Этот процесс очень труден для животного и происходит значительное время. Мы, обнаружив такое появление, сможем зафиксировать у некоторого количества лягушек окончательное оттаивание, разогрев до подвижного состояния и появление готовности к миграции. Хорошо бы все эти этапы удалось описать или даже зарисовать, сфотографировать, найти наиболее общие их черты, которые повторяются обязательно у каждой лягушки и построить, таким образом, схему смены состояний при подготовке к миграции на водоем.

Мы, однако, отвлеклись от основной темы и выполнили добавочную, тоже очень интересную задачу, но потеряли одно из важных качеств исследователя – целеустремленность. Если мы станем отвлекаться, то не решим своей главной задачи. Поэтому уточним ее. Нам нужно *построить схему перемещений лягушек на водоем, обозначить ее на плане мест ност и разметить сроки этой миграции.*

Схему создаем, ориентируясь на воткнутые нами прутики. Поток мигрантов оцениваем на глаз, пользуясь понятиями: мало, много, увеличивается, уменьшается. Схему зарисовываем на плане местности каждый день и в результате получаем повторы одной и той же схемы в количестве более десятка. Правда, каждый день происходили какие-то изменения в нашей схеме, появлялись новые ручейки, вливаясь в основную реку. Некоторые ручейки, исчерпав себя, пропадали. По прошествии пары-тройки недель все лягушки оказались в воде и занялись размножением, а мы в итоге наших трудов имеем целый ворох схем их ежедневных перемещений. Это и есть тот первичный материал, который позволит нам оформить свое исследование в виде научной работы.

После **сбора материала** начинается не менее сложный этап, обязательный в каждом научном исследовании – **его обработка**. Очень легко неудачной или неправильной обработкой загубить все свое исследование, поэтому выбор способа обработки требует усиленных размышлений.

Самый простой способ – это последовательно описать словами все, что мы видели с первого дня до последнего. В результате получится очень длинное описание наших трудов, в котором будет трудно уловить закономерности миграции лягушек. Отсюда делаем вывод о том, что *описывать нужно не сырой материал, а обработанный*. Обработать придется все наши схемы. Можно взять и суммировать их, наложив друг на друга. Чтобы не потерять часть информации, можно суммировать не все, а по неделям, причем такие обобщенные схемы выполнять разноцветными линиями. Каждый день имеет свой цвет. Тогда суммарная недельная схема, хотя и будет разноцветной, но покажет в каких-то местах сгущение мигрирующих животных, а в каких-то случаях рисунки останутся одноцветными, стало быть, эти пути можно принять за случайные.

Суммарные недельные (2-3-дневные) схемы могут заметно различаться между собой. Это означает, что миграции к водоему имеют несколько вариантов, зависящих от времени начала каждой. То есть самые первые лягушки, отправившиеся на размножение, имеют отличия в своей миграционной активности от тех, что двинулись на неделю позже. Не менее вероятен и вариант, когда все схемы будут во многом повторять друг друга, и тогда, сложив их, мы получим результирующую – хорошо видимую схему путей миграции к водоему в данном районе. Такая схема сама по себе будет совершенно новой в изучении этого вида лягушек, то есть будет интересным научным результатом, который не стыдно опубликовать. Эта публикация приоткроет еще одну маленькую тайну в экологии изучаемого вида.

Все предыдущее мы будем рассматривать как отдельное научное исследование. Возьмем его в рамку как пример одной из возможных научных работ.

Какие еще исследовательские работы по весенним миграциям лягушек можно предложить учащимся? Вот небольшой перечень возможных тем:

1. Половые особенности весенних миграций амфибий (различия в сроках, скорости и траекториях миграций у самцов и самок).

2. Предпочитаемость водоемов и миграции по воде (в чем причина разного предпочтения похожих водоемов, какие именно части акватории предпочитают для икрометания, влияет ли на их выбор загрязнение водоема, всегда ли к ним приходят по суше).

3. Изменение сроков весенних миграций и динамика интенсивности передвижений амфибий (насколько меняются сроки начала миграции, всегда ли для этих миграций требуется одинаковый период времени, возможны ли изменения интервала в зависимости от особенностей водоема).

4. Скорость весенней миграции лягушек и ее зависимость от погодных условий (возможен ли перерыв в уже происходящей миграции по погодным условиям, найти способ измерения скорости миграции, выяснить, меняется ли эта скорость при изменениях погоды).

5. Трудности, поджидающие амфибий на весенних миграциях, и чем они обусловлены (влияние густоты травяного покрова на скорость миграции, влияние выравненности траекторий передвижения к воде, влияние затененности миграционных троп, влияние рельефа местности, воздействие хищников и других биотических, в том числе антропогенных, помех на мигрантов).

Для любой из этих работ необходимо:

– предварительно продумать метод выполнения,

– представить форму записи наблюдений,

– выбрать возможный вид расчетов, подводящих научные выводы.

Не менее важно и конкретизировать задачи исследования. Примерные задачи предлагаются в скобках для каждой работы, но к ним нужно отнестись внимательно. От части придется отказаться, как от непригодных по разным причинам, а, кроме того, сформулировать новые задачи, более отвечающие названию темы исследования или более необходимые для поставленной цели.

Весенние миграции амфибий мы в самых общих чертах представили, но ими не исчерпывается список возможных передвижений амфибий. Есть и другие сезоны года, а их смена тоже требует территориальных перемещений. Давайте коротко обозначим возможные пути исследования этих миграций. Однако темы их и все остальные разработки будут конструировать сами будущие авторы.

Летние миграции амфибий начинаются уже после размножения, и животные откочевывают от водоемов на летние территории, где происходит их нагул и рост. Там они все лето охотятся. Конечно, в связи с этими миграциями возникает не меньше вопросов, требующих решения. Одновременно ли уходят от водоемов разные половые группы? Уходят они по тем же путям, по которым собирались к воде? Массовая ли эта миграция или заметная, когда животные уходят поодиночке? С какой скоростью происходит эта миграция,

и в какие сроки проходит? Где заканчивают свой путь мигранты, и происходит ли их концентрация в этих местообитаниях?

Все это некоторые вопросы, касающиеся взрослых, размножающихся животных, но в середине лета из головастика получатся лягушата, и все эти вопросы можно будет адресовать к исследователям, занимающимся расшифровкой особенностей миграций у сеголетков (родившихся в этом году).

С мест зимовок уходят и неполовозрелые животные. Им незачем отправляться на водоемы, и они, возможно, сразу двигаются к местам своего летнего проживания. Об особенностях миграций двух-трехлетних остромордых лягушек, да и многих других видов, неизвестно практически ничего. Вот вам и свободное поле для научного поиска!

Последняя волна миграций происходит, а возможно, и не происходит, в конце лета. Животные должны найти себе укрытие на зиму. Нужно ли им мигрировать для этого, создают ли они заметные наблюдателю перемещения многих особей? На эти вопросы также пока нет ясного ответа. Тем более мало сведений о дифференцированных группах таких возможных мигрантов. Кто отправляется на покой раньше, какие возрастные или половые группы? А возможно, это происходит по мере накопления запасов жира? Отдельная интересная тема касается сроков осенней миграции, зависимость их начала, протяженности и окончания от погодных условий. Не менее интересно сопоставить любые связанные с миграциями закономерности в разных географических точках.

Сезонная активность По сезонам может изменяться активность животных. Лягушки для своей охоты пользуются зрением, значит, должны быть наиболее активны днем, но в зависимости от сезона изменяется соотношение продолжительности света и темноты в сутках. Кроме того, сама интенсивность охоты тоже меняется по сезонам. Наша остромордая лягушка – потребитель насекомых, а их в разные сезоны не



одинаковое количество. Даже качество их неодинаково, потому что изменяется от весны к осени еще и видовой состав этих животных. Еще одна особенность заключается в том, что, если наши лягушки круглосуточно активны и им не важно день или ночь на дворе, все равно все они покрыты слизистой кожей. Такая кожа быстро подсыхает в жаркое солнечное время, сушит ее и ветер. В пасмурную погоду и при дождике лягушке более комфортно. Мы помним, что более дождлива в наших краях осень, но тогда же более продолжительным оказывается темное время суток.

Исходя из всего перечисленного, можно формировать практически бесконечное количество гипотез о связи активности лягушки с тем или иным сезоном года, выделяя произвольное количество ведущих факторов. Учитель, обсуждая с исполнителем его будущую работу и помогая ему создавать постановку исследования, может предложить различные варианты гипотез для проверки. Так можно сформулировать предположение о том, что активное состояние лягушки должно удлиняться к осени. За него говорит и дождливая погода, и долгий темный период (если лягушка животное ночное), и снижение температуры воздуха. Но можно предложить и альтернативное суждение, ведь летающих насекомых днем не меньше, чем ночью, и к тому же их гораздо лучше видно. Лягушка же, по мнению большинства зоологов, охотится, прыгая и ловя добычу на лету.

Сезонная подвижность Еще один вариант состояния – это *подвижность, энергия движений*. Ее можно наблюдать и даже оценивать, но, как обычно, необходимо предварительно поточнее сформулировать задачу и разработать методику оценки состояния подвижности. Например, ввести градацию таких состояний, хотя бы на качественном уровне. Исходным положением может служить тот факт, что зимой лягушка совершенно безжизненна, а весной в брачную пору наиболее активна и быстра в движениях. Это два крайних состояния подвижности, но есть и промежуточные. Исходя из них, подвижность, можно посезонно оценить в баллах, создав соответствующую шкалу подвижности от 0 (не шевелится, только дышит) до 5 или даже 10 (скачет с очень большой скоростью или плывет с максимальной скоростью). Для таких оценок уже нужен хронометраж состояний животного, например, с помощью секундомера посчитать продолжительность тех или иных проявлений подвижности в интервале наблюдений. Для такой работы есть смысл разработать с учеником оригинальную методику его будущего исследования. Далее в самом исследовании будет проведена проверка предположения о том, что лягушки для каждого сезона имеют характерную подвижность.

Сезонная окраска, упитанность и пр. Сезонное изменение состояния может проявляться *в окраске животных*, а может и *в упитанности*. Последнюю можно отслеживать, просто взвешивая животных, но при этом отбирая особей одинакового размера. Взвешивание избавит от вскрытия животных для фиксации у них количества жира. Здесь же работа основывается на простом предположении – покой дает максимум времени для питания и масса тела растет. Энергичная деятельность (брачная, миграции) снижает время питания, и масса тела падает. Конечно, за отказ препарировать животных мы расплачиваемся точностью своих оценок. Тем не менее, видимо, и таким способом можно проверить предположение о том, накапливают ли эти животные жир для зимовки, велики ли расходы жира у них на протяжении брачного периода. В летний период можно с помощью наблюдений за изменением веса одинаковых по размеру лягушек выяснить скорость накопления питательных веществ в этом сезоне. Полученные из этих наблюдений результаты нетрудно сравнивать между сезонами и тем самым сформировать представление о сезонной динамике состояния упитанности.

Сезонные особенности в динамике численности Они у амфибий и рептилий интересны в различных отношениях. Важная сторона их – оценка сезонных колебаний количества особей у разных видов. Но не менее, а, скорее, более важно изучение многолетних колебаний численности. И, наконец, само определение численности у любого вида в любом местообитании – это сама по себе важная научная задача. Только поначалу она кажется простой, не требующей предварительной наработки исследовательских гипотез. На самом деле имеется целый ряд специфических методик подсчета численности различных видов организмов, и только с их помощью можно корректно оценить этот показатель.

Работы по оценке численности в экологических исследованиях животных являются наиболее традиционными и всегда самыми основными. Здесь уместно напомнить читателям суть терминов. Численность или количество животных данного вида в популяции или, проще – в данной местности (в этом лесу, на этой поляне, на берегах этого озера). Сколько их здесь проживает? Может быть, несколько сот или несколько тысяч. С понятием численности тесно связано понятие плотности. Это уже относительная характеристика, она обозначает число особей на единицу площади. В данной местности, скажем, 10 лягушек на гектар, а в другой – 100, то есть плотность их заметно (в 10 раз) больше. В работах этого же направления рассматривается и такая важная характеристика, как распределение в пространстве. Это уже совсем другая характеристика, ведь на нашей площади в гектар величиной лягушки не сидят через каждые 2-3 метра. Они образуют скопления там, где им удобнее жить, например, больше влажность, концентрируется корм и пр. Так что распределение можно обозначать на карте или плане местности в виде точек (одиночные животные), скопления точек или пятен (группы животных). Занимаясь вопросами численности и

ее динамики, неизбежно исследуют и демографические особенности популяции – половой и возрастной ее состав. Ведь демографические показатели часто являются причиной изменений числа особей. В этих работах мы неизбежно вернемся и к сезонности, потому что практически все показатели популяции связаны с сезонами.

Прежде чем начать обсуждение этой стороны исследований, приведем в помощь начинающим исследователям некоторые стандартные методики, ориентированные на изучение амфибий и рептилий. Воспринимать их нужно более широко, ведь приемы, в них описанные, после небольшой модификации могут пригодиться для исследования самых различных животных, как позвоночных, так и беспозвоночных. Для того чтобы убедиться в этом, попробуйте переписать любую из методик, сориентировав ее на изучение мышей или жуков.

Сотрудничество между школами в исследовательской деятельности

Такие работы тоже возможны для учащихся. Для них привлекается еще одно ценное приобретение науки – кооперация многих ученых для решения более широкой научной задачи. То же возможно и для школ. Для этого заинтересованные исследователи предварительно, задолго до начала работ встречаются между собой или начинают переписку. Они должны уточнить проведение своих исследований, чтобы их результаты оказались сравнимы. Для этого у них не только должны быть близкие цели и гипотезы, проверкой которых они станут заниматься. Самое главное, чтобы они использовали одни и те же методики сбора и обработки материала. Вот здесь должна быть достигнута договоренность и выработаны общие методы. Учащиеся школ, находящихся в разных географических точках, но в пределах ареала вида, по одинаковым методикам выполняют свои исследования. При сравнении научных результатов проясняется географический аспект исследуемого процесса, и полученное правило становится более общим. То есть объясняет большее число случаев, тем самым, приближаясь к рангу закона.

Изучение сезонности далеко не исчерпывается рассмотрением уже предложенных характеристик. В доказательство этого обратим внимание еще на некоторые: например, в зависимости от сезона изменяется такая характеристика, как состояние животного. Все возможные варианты состояний даже перечислить трудно. Возьмем для нашего рассмотрения некоторые самые обычные и понятные.

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ЖИВОТНЫХ (НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АМФИБИЙ И РЕПТИЛИЙ)*

Описание встреч с животными

Описание – это наиболее простой метод, требующий небольших затрат сил и времени. Сведения о каждой встрече заносятся на отдельные самодельные карточки или бланки. Пример такой карточки мы привели выше.

Записывать следует все встречи с исследуемым видом. При фаунистических работах, целью которых является установление видового разнообразия амфибий и рептилий, особенно важной становится информация о встречах редких, занесенных в Красную книгу области или России, видов. Это могут быть: зеленая жаба (Новосибирская область), обыкновенный тритон, озерная лягушка, прыткая ящерица (Томская область) и в некоторых районах даже обыкновенный уж. Высказаны предположения, что в составе герпетофауны** Новосибирской области могут оказаться: степная гадюка, разноцветный полоз и обыкновенный щитомордник. Чтобы установить так ли это, нужны массовые наблюдения на всей этой обширной территории. Даже одна-две присланные в научные учреждения

* Для написания этой главы использовано методическое пособие «Земноводные и пресмыкающиеся Новосибирской и Томской областей». – Новосибирск, 2002.

** Герпетофауна – это набор видов земноводных и пресмыкающихся.

(Новосибирский госпедуниверситет, Институт систематики и экологии животных СО РАН) карточки с достоверной информацией о таких находках станут вкладом в общее дело изучения животного мира.

При регулярных наблюдениях вовсе не обязательно делать большое количество карточек. В этом случае проще вести записи в виде дневника наблюдений. Такой дневник будет служить долгие годы и, с увеличением информации в нем, будут расширяться ваши исследовательские возможности. При каждом выходе в природу в соответствующей страничке дневника описывают всех встреченных животных.

Методика учетов амфибий и рептилий на маршрутах

Для учетов численности выбираются территории, населенные интересующим нас видом животных. На них размечаются и измеряются специальные маршруты (например, тропинки, дорожки, отрезок берега и пр.), по которым много раз в течение периода работы проходит наблюдатель. Каждый раз, отмечая зрением или слухом присутствующих животных и занося эти данные в карточки или в свой дневник. Идущий не спеша человек отмечает всех увиденных или всех услышанных на своем пути животных, смотря на что рассчитан такой маршрут. Так летом маршрут вблизи береговой линии водоема дает возможность подсчитать озерных или прудовых лягушек. Они будут спрыгивать в воду перед идущим человеком. Такой же маршрут, но весной даст возможность на слух посчитать всех «поющих» на мелководье самцов лягушек. Зоологи, проводящие учеты птиц, например, чаще всего пользуются учетами на слух. Каждый певец обозначает одну пару птиц. Для того чтобы затем эти сведения можно было сравнить с другими такими же, необходимо строго соблюдать некоторые правила. Только при их соблюдении собранные таким способом данные будут качественными и пригодными для анализа.

Учет проводят на учетных полосах, их определяют на глаз вдоль той дорожки, по которой идет наблюдатель. Ширина таких воображаемых полос по каждой стороне пути наблюдателя составляет по 1 м, если участок сильно зарос травой или учет проводится в ночное время. Когда же путь проходит по открытым местам, да еще в дневное время такие полосы могут составлять и по 2 м каждая.

Еще раз повторим, что учетные полосы не размечаются бороздами или вешками, они воображаемые, размечается только длина самого маршрута. Самое главное для учетчика строго соблюдать избранную ширину полосы, а не стараться сосчитать как можно больше животных, прихватывая их и за ее пределами.

Длина маршрута может составлять от нескольких десятков метров (по берегам небольшого водоема) до нескольких километров. При учете земноводных и ящериц длина маршрута может составлять 1–2 км. Эти животные относительно мало подвижны и имеют небольшие индивидуальные участки. Если мы изучаем змей, то протяженность учетного пути следует увеличить до 5–6 км. Это вызвано тем, что змеи обычно имеют очень большие территории, они ведь охотятся на довольно крупных животных и им нужны для прокорма большие охотничьи участки.

Каждый маршрут должен проходить в пределах одного местообитания (луг или берег пруда, болота, может быть лесная тропинка). Так один путь проходит по береговой линии пруда. Второй прокладывается по лугу, в его центре, чтобы это был «чистый» луг. Для третьего избирается лесная опушка и т.д. Это дает возможность рассчитывать кроме численности еще и биотопическую приуроченность животных. Во всяком случае, при анализе численности не будет дополнительных погрешностей из-за несоответствия биото-



пов. Впрочем, наш маршрут может пересечь и несколько биотопов*, но тогда на его траектории необходимо указать каждый участок пути и пояснить, к какому местообитанию относится. Это тоже позволит при пересчетах избавиться от помех, вносимых особенностями биотопа.

Если этого не делать, то можно совершить, например, такую ошибку. Мы учитываем озерных лягушек в двух смежных районах, очень похожих друг на друга. Нам нужно выяснить, где этих амфибий больше. Мы все сделали одинаково. В обоих районах заложили по 3-километровому маршруту, провели их практически одновременно, чтобы исключить влияние сезонности, и получили замечательный результат. В первом районе оказалась большая численность этой лягушки. Во втором – полное отсутствие лягушек. Хороший результат, верный, но, чтобы его получить, вовсе не нужно было выполнять это исследование. Такая картина получилась потому, что неправильно выбран маршрут. В первом районе он шел по берегу озера, а во втором – по середине большого луга. Озерная лягушка, как и все остальные виды из группы зеленых лягушек, живет только в воде и по берегам. Она не встречается даже на незначительном удалении от береговой линии.

При учете могут быть не только биотопические помехи, необходимо иметь в виду суточные изменения активности животных. Для жаб, тритонов и некоторых лягушек учеты нужно проводить в темное время суток с фонарем; дневные виды учитываются в светлое время. На каждый маршрут или его участок, проходящий в пределах одного местообитания, заполняется отдельная карточка маршрута. Образец ее дан выше.

К карточке маршрута необходимо приложить таблицу с результатами ваших наблюдений на маршруте. Такая таблица обычно расчерчивается на страничке полевого дневника. Ее можно составить в любом из двух вариантов:

Таблица 1

1 вариант

Вид	Пол	Длина тела (мм)	Длина хвоста (мм)
Остромордая лягушка	Самец	56	—
Остромордая лягушка	Самка	58	—
Остромордая лягушка	-<<-	23	—
Обыкновенный тритон	Самец	34	27
Уж	-<<-	380	110

2 вариант

Вид	Число встреченных особей
Остромордая лягушка	20
Уж обыкновенный	1
Живородящая ящерица	12

Первый вариант возможен для учетчика с хорошим знанием видов земноводных и с прекрасным зрением и глазомером. Тогда наблюдатель, не останавливаясь и не трогая увиденных животных, определяет и записывает их пол, размеры тела и хвоста. Данные размеров конечно приблизительные, но у этих видов они предполагают еще одну информацию – о возрасте. Ведь они растут всю жизнь.

Второй вариант более распространенный, он годится не только для специалиста, но и для обычного, слегка натренированного учетчика. Там записывается только видовая принадлежность и количество встреченных животных.

Маршруты по берегам водоемов и по дорогам имеют свою специфику. Некоторые виды земноводных летом живут в воде (тритон, озерная лягушка). Для их учета маршрут закладывается по береговой линии. В учетной карточке тогда следует отдельно отмечать:

- ширину полосы на берегу, в которой учитываются все виды.
- ширину полосы мелководья, на которой встретились земноводные.

* Биотоп – местообитание.

– ширину учетной полосы водного зеркала.

Все это необходимо, чтобы иметь представление о точности учета. Ведь при большой ширине мелководья трудно определить вид, сосчитать количество животных, сидящих на расстоянии нескольких метров от берега, тоже довольно затруднительно. Следовательно, чем шире полоса водного зеркала, на которой шел учет, тем приблизительнее результаты, как видового определения, так и количества отмеченных животных.

Учеты с помощью ловчих траншей или заборчиков

Ловчие траншеи или заборчики длиной 15–20 м устанавливаются в интересующих нас местообитаниях. Глубина такой траншеи обычно 15–20 см. Она прокапывается лопатой, дно ее делается гладким, через каждые 5 метров вкапывают ловчие металлические цилиндры (ведра). Животные, передвигающиеся по траншее, падают в эти ловушки. Можно не копать траншею, а укрепить невысокий, тоже в 15–20 см заборчик из подручного материала (сетки, рубероида, даже толстой бумаги). С одной стороны заборчика, а можно и с обеих, тоже через пять метров разместить вкопанные ведра или просто ямки с вертикальными стенками. Животные, достигнув заборчика, обязательно начинают двигаться вдоль него и попадают в эти ловушки. Естественно, что данные от таких учетов будут относительными, то есть относимыми к количеству ловушек и времени их работы. Но и такие данные дают информацию о том, в каком районе или биотопе животных больше, если в обоих случаях их численность оценивалась одинаковым способом. Применяя эту методику, можно отслеживать численность интересующих нас видов из года в год и получать представление о ее динамике. Таким образом, учеты этого типа весьма эффективны при длительных стационарных исследованиях. Однако они трудоемки в исполнении и поэтому не рекомендуются для краткосрочных работ.

Учеты на пробных площадках

Земноводных можно также учитывать на пробных площадках (из-за невысокой плотности рептилий их этим способом учитывать нецелесообразно). Метод пробных площадок используют, если в работе участвуют много (5 и более) учетчиков в местах с высокой плотностью амфибий. На выбранной территории: луг, тростниковое займище, опушка леса или участок поймы закладывается, то есть, размечается учетная площадка. Размеры такой площадки бывают от 100 м² (10x10 м) в местах с высокой травой и до 2500 м² (50x50 м) на хорошо просматриваемых территориях. Площадка не обязательно должна быть квадратной, она может быть и прямоугольной. Ее углы маркируются кольшками, флажками или другими сигнальными предметами, границы могут быть обозначены натянутыми веревками или вбитыми кольшками. Разметку границ лучше проводить не менее чем за 6–8 часов до начала учета. За время учета учетчики отлавливают и записывают всех встреченных на площадке амфибий и рептилий. Здесь наши представления о численности уже будут не относительными, а абсолютными. Полученные данные отловов мы можем пересчитать на площадь и таким образом выяснить плотность (число особей на единицу площади) обитающих здесь животных. Это очень важная экологическая характеристика сама по себе может являться целью исследования.

Для получения более точных данных учет на одной площадке желателен повторить 2–4 раза с интервалами в несколько дней.

К карточке учетной площадки необходимо приложить данные о встреченных на площадке животных. Они оформляются в виде таблицы и здесь уже можно описать животных более подробно. Каждое из них побывало в руках наблюдателя и могло быть измерено и хорошо осмотрено. Поэтому данные о каждом учете представляются в виде отдельной таблицы по образцу, (см. табл. 1, вариант 1).

Учеты земноводных в период размножения

Все амфибии размножаются в водоемах, причем разные виды – в разное время. Сезон размножения начинается после освобождения водоемов ото льда, а заканчиваться может в самый разгар лета. Поэтому учеты численности размножающихся амфибий следует проводить на одних и тех же водоемах неоднократно (желательно с интервалами в 2–5 дней), ведь с каждым днем на места откладки икры приходят все новые животные. Амфибии в момент появления наблюдателя пугаются, замолкают и ныряют. Поэтому для определения точного их числа надо постоять неподвижно на берегу водоема несколько минут. За это время лягушки успокоятся, и можно будет сосчитать животных на просматриваемом участке.

Размер пробной (учетной) площадки может составлять десятки квадратных метров. Это зависит от остроты зрения учитывающего. Если же он применяет какие-либо оптические приборы (бинокль, подзорная труба), то может обследовать поверхность воды на сотни метров. При таких учетах также нужно иметь хороший глазомер, чтобы поточнее определить величину учитываемой площади, ориентиров на ней может и не оказаться. Правда, есть смысл заранее подготовить акватории для учетов, поставив в воде вешки, кольца или шесты с этикетками, на которых обозначены расстояния до берега и между кольями. Тогда размеры учетной площадки окажутся точными. Хвостатых земноводных, которые не издадут звуков и могут довольно долго не появляться на поверхности, учесть значительно труднее. В мелководных водоемах с прозрачной водой их приходится пересчитывать, внимательно просматривая толщу воды и поверхность дна.

На небольших мелководных водоемах производится полный пересчет всех размножающихся животных. По возможности там же пересчитывают все кладки. Если же у нас очень большой по площади мелководный водоем, на котором нерестятся амфибии, то учет лучше всего проводить на пробных площадках. Такие площадки можно разметить заранее на поверхности воды, как мы говорили выше, например, воткнув по углам их вешки. Данные расчетов животных с каждой площадки (на каждой учет проводится несколько раз) усредняются, впоследствии пересчитываются на всю площадь водоема. На крупных глубоких водоемах, где земноводными используется только узкая прибрежная полоса, закладывается маршрут по береговой линии. Здесь наблюдатель учитывает число размножающихся животных, которое приходится на единицу длины береговой линии и тоже может дать по результатам учета оценку плотности животных на единицу протяженности берега.

При учетах по возможности следует считать и количество вновь появившихся кладок. Ведь прошло некоторое время после предыдущего учета, и появились новые животные. Так появляется еще одна важная информация о скорости роста плотности кладок икры. В начале учетов она будет велика, а к концу учетного периода спадет интенсивность размножения и скорость появления новых кладок снизится. Дополнительное количество кладок в каждой учетной карточке заносят в графу «Примечания».

Сибирского углозуба наиболее удобно учитывать, даже не наблюдая самих животных, по числу оставленных ими кладок. Спутать такие кладки ни с какими другими невозможно, уж очень у них характерный вид.

Кроме карточки учета размножающихся амфибий необходимо приложить таблички с данными наблюдений и описаний, встреченных во время учета размножающихся особей и их кладок. Для этого делаются простые таблички (табл.2) в вашем дневнике, а впоследствии они прилагаются к карточке учета размножения. Форма их может быть произвольная, наиболее удобна такая:

Таблица 2

Вид амфибий	Число особей		Примечания
	самцов	самок	

Специфика дорог

Дороги и тропы амфибии используют в темное время суток. Пресмыкающиеся (особенно в утренние часы или прохладные дни) выползают на дороги, чтобы погреться. Ящерицы часто откладывают яйца на обочинах хорошо прогреваемых песчаных дорог. Поэтому, если маршрут проходит по дороге, независимо от того, какие местообитания она пересекает, учет численности может дать завышенный результат. Для получения достоверных данных часть маршрутов желательнее закладывать не по дорогам. Но дорожные тоже необходимы, так как они повышают вероятность обнаружить малочисленные и редкие виды. Кроме того, интересно сравнить результаты учетов, полученных в одних и тех же местообитаниях на маршрутах, заложенных как по дорогам, так и вдали от них.

Лучше всего проводить учет многократно, на одном и том же маршруте, в один и тот же сезон. Средние данные по нескольким таким маршрутам точнее показывают численность животных.

Маршрутный метод учета менее пригоден для скрытно живущих видов (тритонов, углозубов, жаб). Чтобы подсчитать этих животных, разработаны дополнительные методы, позволяющие более тщательно исследовать территорию, либо даже создавать искусственные сгущения особей. Эти способы применяют и к любым другим животным, независимо от скрытности их существования. Их короткое описание мы предлагаем как варианты обычных учетов на маршрутах.

Учет гибели амфибий и рептилий на дорогах

Множество этих животных погибает на дорогах под колесами транспорта. В развитых государствах уже более полувека принято строить дороги оснащенные «жабопроводами». Медлительные амфибии и даже куда более юркие рептилии равно беззащитны перед мчащимся автомобилем. Да и само голое полотно дороги делает животное растерянным, заставляет метаться, искать защиту. Нередко ящерица в попытке спрятаться бросается прямо под подошву пешехода. Самое простое защитное приспособление для всех этих животных, да и многих других, – труба небольшого диаметра, проложенная под полотном. Ее и называют «жабопроводом».

Оценку гибели животных на дороге желательнее совместить с маршрутными учетами их численности. Выбранный участок дороги ежедневно проходится, и на нем учитывают всех погибших животных, которых после определения и подсчета надо убрать. Следует иметь в виду, что на песчаных грунтовых дорогах, особенно с глубокой колеёй, животные могут гибнуть не только под колесами, но и от перегрева. Они не успевают уползти в тень. Особенно это характерно для молодых гадюк. В графе «Примечания» желательнее указывать причину гибели. Животные, погибшие от перегрева, не раздавлены.

Результаты учета погибших животных удобнее изложить в следующей форме (табл. 3):

Таблица 3

Вид	Число особей	Примечание

Ознакомившись с методиками учета, можно представить теперь направления исследований, где такие методики станут хорошим подспорьем. Прежде всего, само количество животных в природе подвержено сезонным колебаниям. Очевидность этого предположения доказывает сам процесс сезонных изменений численности. Ведь всю зиму не происходит размножения, но возможна гибель части животных. Значит, в начале зимы их обязательно больше, чем в конце. Весной гибель взрослых животных усиливается, потому что начинаются их активные миграции и напряженный период размножения. Однако оно приводит и к росту числа, которые представлены теперь многочисленными икринками и головастиками. Мощный рост сопровождается и повышенной смертностью, потому что разные хищники едят икринки, головастиков, мелких лягушат, да еще часть этого населения гибнет и от пересыхания водоемов. Тем не менее, рост численности в это время очень

велик. Со второй половины лета рост числа особей прекращается совсем и происходит только один процесс – гибель особей, то есть снижение численности. Представляя все это, мы можем формировать свои гипотезы для проверки будущими исследованиями.

Предпочитаемость местообитания

Самые очевидные предположения связаны с предпочитаемостью биотопов. Эту характеристику в экологии еще называют верностью местообитанию или биотопической приуроченностью. Мы помним, что на этот процесс накладывает свой отпечаток сезонность. Это мы уже проверяли. Но можно выдвинуть и предположение, что биотопы предпочитаемы потому, что там легче выжить. В этом случае нам придется сравнивать выживаемость в разных биотопах. Прежде всего, нужно найти приемлемое определение выживаемости или найти характеристику, по которой ее можно оценить. Допустим, мы считаем, что выживаемость обратно пропорциональна скорости снижения численности. Тогда наша задача упрощается. Она состоит в отслеживании уменьшения численности в двух или нескольких биотопах. Там, где она наибольшая, – там наименьшая выживаемость. Следовательно, предпочитают животные тот биотоп, в котором самое медленное падение численности.

Имея эти предварительные суждения, можно строить план соответствующего исследования.

Однако сама предпочитаемость биотопов – явление сезонное, и теперь, владея методиками учетов численности, можно проверить, как идет изменение биотопической приуроченности, с какой скоростью происходит перемещение животных из одного местообитания в другое.

Исследования демографии

Как мы уже заметили, во многих таблицах, сопровождающих карточки учетов, накапливается информация о половой принадлежности животных, а кроме того, об их размерах. Последние у этой группы тесно связаны с возрастом. Анализ собранных данных позволит провести целый ряд исследований по демографии.

Первое, что можно рассмотреть, это соотношение полов сеголетков на местах выплода и изменение этого соотношения в различных биотопах, куда эти новорожденные лягушата отправились проживать свой первый год. Не менее интересно выяснить, изменяется ли соотношение полов в различных возрастных группах.

Известно, что у людей мальчиков рождается примерно столько же и даже несколько больше, чем девочек, а затем в каждой возрастной группе девочки начинают догонять мальчиков по числу и уже в юношеском возрасте перегоняют их. Что касается взрослых и старых людей, то там уже явное преобладание женщин. *А как это бывает у лягушек? Почему бы ни проверить?*

Можно проверить и гипотезу о существовании биотопов, предпочитаемых разными половыми группами. Мы знаем, что берег водоема летом предпочитаем для обеих половых групп. Но самцы приходят туда раньше, а уходят позже. Кроме того, самцы отличаются от самок внешне. Можно предположить, что оптимальные условия жизни самцов отличаются от таковых у самок. Если же их требования к местообитанию различаются, то будет различно и соотношение половых групп в разных биотопах. Возможно, существуют «мужские» биотопы, где преобладают самцы, а наряду с ними – «женские», с преобладанием самок. Отчего бы не проверить эту гипотезу?

И, наконец, можно выдвинуть еще одну гипотезу о распределении половых групп по отношению к нерестовому водоему. Зная, что самцы туда приходят раньше, можно предположить, что самцы зимуют ближе к водоему. Тогда можно рассмотреть предположение о том, что по мере отдаления от водоема будет сокращаться доля самцов в старших возрастных группах.

Влияние размера особи

Разные возрастные группы лягушек различимы по размеру, это наш критерий возрастных различий. Как правило, разные по размеру животные не одинаково питаются. Самое простое соображение на этот счет – чем

больше лягушка, тем шире ее пасть, и, стало быть, больше «калибр» добычи. Если различно питание, то должны быть разными и местообитания. Чем крупнее животное, тем более крупная у него добыча, и ищет оно местообитание с концентрацией именно такой добычи. Даже если считать, что это очень слабая гипотеза, потому что в разных местообитаниях, видимо, одинаков диапазон кормов по величине жертв, все равно в них могут проявляться другие механизмы отбора. Например, чем крупнее лягушка, тем выше ей нужна трава, чтобы укрыться от солнца. Итак, можно проверять гипотезу о том, что для разных возрастных групп нужны неодинаковые местообитания.

Закончив, но отнюдь не исчерпав возможности исследования сезонных явлений у лягушек, мы переходим к еще более захватывающей части возможных исследований. Это изучение различных черт поведения.

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ЖИВОТНЫХ, ИЛИ ЭТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В этих работах еще более важно при наблюдениях уменьшить или совсем снять эффект присутствия наблюдателя. Иначе животные из всего многообразия форм своего поведения будут упрямо показывать только защитные реакции.

Особенности и последовательность движений

Самые простые исследования в этом направлении и в то же время одни из самых эффективных – это изучение передвижения животных. Здесь нужна не только внимательность исследователя, не только зоркость его глаз, но и способность быстро и точно записать увиденное. Ведь предстоит разобраться с особенностями движений. Например, какая последовательность движений наблюдается при прыжке лягушки. Припомним, что прыжки ее различны в разных ситуациях лягушачьей жизни. В одном случае нужно прыгнуть по-выше и поймать пролетающее насекомое, в другом же – нужно поскорее убежать от врага. Здесь различия будут не только в величине и направленности прыжка, но, видимо, и в самой его технологии. Самое простое движение у животного – осмотреться по сторонам. Для лягушки же это не простое действие. У нее ведь только один шейный позвонок и, следовательно, головой крутить весьма трудно. Отсюда специфика ее движений – особенности поворотов головы, трудности, сопровождающие необходимость взять пищу у себя под ногами. Чтобы осмотреться, лягушка не станет крутить головой, а совершит несколько специфических ориентировочных движений, по-видимому, всем телом. Вот вам и возможность большого и, пока совершенно уникального, исследования о диапазоне движений лягушки с ее особой пластикой.

Скорость передвижения

Кроме особенностей движений существует еще скорость передвижения животного. Она должна быть различна при разных потребностях, и у каждого животного, вероятно, существует целый набор скоростей. Измерять же эти скорости весьма не просто. Здесь опять необходимо вначале формировать гипотезы о том, в каких случаях нужны те или иные скорости, а наряду с этим объяснять применение того или иного метода измерения скорости.

Что касается набора скоростей, то перечислим такие: одна скорость спасения от врага, другая – для рекогносцировки местности, третья – при дальней миграции, четвертая – при выборе места для охоты, пятая – для того, чтобы догнать полового партнера. Да мало ли еще можно предположить случаев в жизни амфибии, где нужна специфическая скорость перемещения. Метод измерения скорости только вначале кажется единственным и стандартным – засечь время в одной точке и в другой. Затем измерить расстояние и рассчитать скорость. Этот способ хорош для направленного движения. Но перемещается животное подчас по очень сложной траектории. Путь его оказывается очень длинным, а общее перемещение в нужную сторону весьма невелико. Иными словами, лягушка может изменить биотоп, просто проскакав из одного в другой, но чаще это проис-

ходит не так. Животное долгое время, вполне хаотично перемещается в пределах одного биотопа, постепенно смещаясь к его границе, и, наконец, попадает в другой. Это иллюстрация важна, потому что, прежде чем начать измерение скорости обычным методом, необходимо привязать ее к особенностям того или иного поведения, той или иной мотивации в деятельности лягушки.

Способы охоты

Лягушка – хищное животное, и это общеизвестно. Гораздо менее известны ее основные жертвы и способы их добывания. Это целый раздел, представляющий собой практически белое пятно в исследованиях. Сразу можно такую большую тему, как особенности охоты, разделить, выделив в ней несколько направлений исследований, и в каждом из них наметить конкретные задачи.

Первое направление будет включать способы охоты за наземными жертвами. Здесь необходимо описание приемов, которыми пользуется лягушка для поимки добычи. Она может наткнуться на жертву случайно, может замечать ее издали и подкрадываться, может использовать еще какие-то способы для обнаружения. Далее идет целый арсенал приемов схватывания. Он может зависеть от множества особенностей: скорости движения, величины, особенности покровов жертвы. Безусловно, добавочный результат такого исследования будет в составлении перечня жертв их видового состава и частоты охоты на них.

Второе направление таких работ будет включать только охоту в воздухе. В большинстве литературных источников лягушек представляют как охотников в воздухе, они прыгают за добычей, для этого у них такие мощные задние ноги. Здесь очень важно зафиксировать приемы охоты, особенности охотничьих прыжков, дальность, точность. Не может же быть, чтобы лягушка никогда не промахивалась, стало быть, можно оценить успешность охоты. Попутно выясняется ассортимент охотничьих животных у этой хищницы.

И, наконец, могут быть исследования, посвященные соотношениям разных способов в охотничьем репертуаре лягушки, кроме того, в эту тематику может быть внесен демографический аспект, и тогда большая тема распадется на множество локальных задач, имеющих родство. В этом случае над темой работает большая группа исследователей, объединенных общей методикой, но каждый из них решает конкретную задачу.

Частные задачи могут быть таковы: наземная охота сеголетков лягушки, наземная охота молодых лягушек (до 3-летнего возраста); наземная охота взрослых самцов остромордой лягушки и т.д. Часть исследователей может провести наблюдения за питанием головастика и за приемами, которые они применяют при охоте на разную дичь. Головастик это ведь тоже лягушка, но живущая в другой среде и, в силу этого, имеющая свои особенности охотничьего поведения.

Изучение вокализации

Поле научных исследований может быть и изучение вокализации животных. Вокализация – это все звуки, которые испускает данное животное. Звуки эти имеют различное значение и несут интересную информацию о жизни животного, его общении с другими особями своего и других видов. Начать такое исследование, например, остромордой лягушки можно со сбора данных о реестре ее звуков. Запись каждого вокального упражнения должна снабжаться описанием того, какими действиями сопровождается звук или чем он вызван.

Наиболее громкий, частый и разнообразный вокальный репертуар у этих животных проявляется во время их брачного периода. Самцы имеют резонаторы, усиливающие звук, самки не имеют таких резонаторов, но, возможно, и они издают тихие звуки. Интересно было бы установить диапазон громкости кваканья у различных самцов. Не менее интересно выяснить, когда самцы начинают квакать. Это происходит только по достижению возраста зрелости, или они постепенно обучаются этому сложному искусству? Слушая песни лягушек, различаешь разные звучания, вполне вероятно, что есть собственно брачная песня самца, а кроме нее дополнительные «служебные» звуки, с помощью которых приглашается самка, отгоняется соперник, выражается испуг, или иное настроение.



Нередко при поимке лягушки руками она издает звуки. Как правило, лягушка, преследуемая хищником (ужом, например), тоже издает своеобразные звуки, причем независимо от того, какого она пола, и половозрелая ли она. Вот здесь нужно особое внимание, особенная наблюдательность. Ведь ужи предпочитают нападать на довольно мелких, чаще неполовозрелых лягушек.

Опять напомним, что исследовательская работа – это, прежде всего, фиксация своих наблюдений на карточках или в полевом дневнике, это максимальная точность изложения

фактов, чтобы они не могли быть истолкованы двояко. Кроме того, это описания только фактов, без домыслов и преувеличений. Помните о повторяемости научных результатов. В ваших записях должно быть достаточно много раз повторено наблюдение, чтобы можно было вычленить его неизменную часть. Ведь в каждом наблюдении имеется своя особенность, которую трудно повторить в следующем. И погода может слегка различаться, и место быть не совсем такое, как при прошлом наблюдении, и лягушка чуть иного возраста. А, кроме того, вы же не знаете предыстории появления этого объекта перед вашими глазами, может быть, лягушка только что поела, а может, голодная и не выспавшаяся, вполне вероятно, что она только что избежала опасности и все еще взволнована. Все эти мелочи слегка искажают каждое наблюдение, и для выяснения постоянных, повторяющихся обязательно черт, нужно много наблюдений. Описывать же вы будете постоянную часть, как уловленную вами закономерность. Правда, любой исследователь обязательно даст и описание, и толкование наиболее частых отклонений от правила. Ведь каждый вид развивается, эволюционирует, и должен обязательно накапливаться запас уклонений для эволюционного выбора.

Описание размножения

Брачные игры Половое поведение лягушек – это громадная своеобразная тема для изучения. Здесь множество неясных моментов, и может быть использовано почти бесконечное число приемов для выяснения закономерностей. Множество задач нужно распределить по группам и выбрать себе из получившейся структуры, наиболее интересующие элементы.

Первой и очень важной темой может быть изучение поведения самцов, которые готовятся к брачным играм. Мы помним, что они первые приходят на водоем, причем за неделю до самок. Руководитель может предложить множество тем для исследований, разных по степени сложности выполнения, разных по объему работы. Вот некоторые из них:

– Хорошо бы выяснить такую их особенность – появившиеся на водоеме самцы уже имеют брачную окраску или постепенно приобретают ее?

– Все это время самцы демонстрируют своеобразное ритуализированное поведение, в котором при наблюдательности можно выделить основные этапы и содержащиеся в них элементы.

– Возможно, они конкурируют за территорию, а может быть, отрабатывают элементы брачной песни.

– Интересно было бы выяснить частоту повторения песни у самца и ее изменение в брачный период.

– Еще одна сложная работа – выявление взаимоотношений между самцами-соседями. Здесь нужно узнать, какими демонстрациями самец отстаивает свое место в пруду, именно на этом участке, как изменяется его поведение с приближением срока прихода на водоем самок.

С появлением самок поведение самцов изменяется, а кроме того, возрастает интенсивность их активности, и опять целый набор тем для исследований:

– Может быть, окраска самцов изменяется с появлением самок?

– Присутствие дам вынуждает кавалеров демонстрировать еще какие-то другие ритуалы.

– За самку нужно уцепиться, у самцов для этого есть специальные приспособления на лапах, а каковы приемы улавливания самки?

– Кроме того, необходимо пресекать посягательства конкурентов, и для этого должны быть специальные приемы борьбы.

– Получившаяся пара тоже показывает своеобразное поведение, и хорошо бы описать и зарисовать элементы этого свадебного ритуала.

Самого подробного изучения и описания заслуживают способы выметывания и оплодотворения икры. Здесь можно попробовать отыскать элементы родительского поведения. Ведь эти животные проявляют хотя бы примитивную заботу о своем потомстве. И, наконец, финал брачного периода, распад создавшихся семей. Здесь хорошо бы поискать сигнальные факторы прекращения брачного поведения. Соответственно, снова появляются вопросы, требующие выяснения.

Самки, отнеся икру, покинули водоемы, и вновь на них остаются только самцы. Зачем они остались? Может быть, они охраняют кладки, а возможно, у них какая-нибудь другая функция? Поведение оставшихся самцов опять изменяется? Нужны хорошие описания с иллюстрациями этого комплекса поведенческих реакций. С момента ухода самок и до ухода самцов проходит иногда более недели, и самцы ежедневно заняты деятельностью и ежедневно, многократно повторяют один и тот же важный для них набор действий, скорее всего в определенной последовательности. Его-то и нужно выявить. В это время самцы уже изменили свою брачную окраску на обычную. А, возможно, именно в этот срок они ее меняют, что тоже интересно зафиксировать.

Возрастные особенности поведения Каждому возрасту присущи свои комплексы поведенческих реакций, но некоторые из них от возраста не зависят. Очень важная задача – выяснение возрастных особенностей поведения. Для этого на предварительном этапе исследований нужно выделить возможные возрастные элементы. Они должны появляться в силу возрастных отличий в жизни особей.

1. Прежде всего, нужно искать проявления возрастных отличий в поведении животных весной. Взрослые в это время заняты размножением, другие же возрастные группы демонстрируют совсем другую деятельность.

2. Возрастные особенности этих животных связаны с их размерами, а следовательно, с размерами их добычи. Могут поэтому различаться приемы охоты, хотя бы по частоте применения. Мелкие лягушки не могут высоко выпрыгивать из травы для ловли добычи в воздухе.

3. Нужно попробовать поискать возрастные отличия в поведении по доле воздушного промысла в общей сумме охотничьего времени.

Что же можно предложить ученику для самостоятельных исследований возрастных особенностей поведения? Да любую из предложенных выше тем. Правда, придется помочь школьнику в формировании постановки его исследования.

Третья тема наиболее проста в исполнении. Для ее выполнения, как и для двух предыдущих, необходим огороженный вольер, где содержатся лягушки двух размерных групп. Они же и возрастные группы. Первая состоит из 10 – 15 крупных половозрелых особей, а вторая из такого же количества мелких лягушат. У тех и других для выполнения третьей темы фиксируются из всего поведенческого репертуара только прыжки вверх для

ловли летающей добычи. Основная гипотеза может быть сформулирована так: молодые лягушки, в отличие от взрослых, поедают мелкую нелетающую добычу. Что и как проверить для доказательства этого предположения? Прежде всего, нужно сравнить число прыжков вверх у молодых и взрослых. Для корректного сравнения нужно рассчитать какую-нибудь среднюю оценку. Ведь многое зависит от того, сколько и каких животных вы добыли для эксперимента, поэтому число лягушат может отличаться от числа взрослых. Наблюдают и считают прыжки у них не одновременно, и сами наблюдения могут происходить по очереди, то за крупными, то за мелкими. Поэтому результаты каждого наблюдения стоит пересчитать как количество прыжков на одну лягушку в час.

Наша гипотеза может остаться не проверенной, если у лягушек «воздушное» кормление бывает только в определенное время суток. Поэтому придется решать еще одну, вспомогательную, задачу – выяснять, есть ли такое время, когда лягушки предпочитают ловить добычу на лету.

Вполне вероятно, что такое время есть, но оно различно у молодых и взрослых. Если и эту задачу мы решим и найдем нужные отрезки времени, то для проверки гипотезы придется сравнивать количество прыжков у каждой группы именно в то время, когда эта форма поведения максимально выражена. Если взрослые, например, особенно прыгучи утром, а молодежь – вечером, то и сравнивать придется утреннее количество прыжков на лягушко/час у взрослых с таким же вечерним количеством у молодых.

Когда материал набран, все задачи решены, все расчеты проделаны, и возможная литература для сравнения просмотрена, ученик приступает к текстовому оформлению своего исследования, чтобы представить его на суд общественности. Без этого важного этапа исследование не считается завершенным. Результаты работы оформляются традиционно, в начале этого руководства приведен стандарт формы для такой рукописи.

Точно так же, как мы рассмотрели третью тему, нужно разобрать с будущим исполнителем любую из предыдущих, чтобы ему стал понятен путь исследования. Вполне вероятно, что по мере выполнения работы будут возникать интересные попутные вопросы, формироваться новые гипотезы. Из них отбираются только те, которые помогают решить основную задачу. Остальные же могут предлагаться другим исполнителям, как самостоятельные исследования.

Защитное поведение

Последняя форма поведения, на которую мы хотим обратить здесь внимание исследователей, – защитное поведение. Оно многообразно и, прежде чем взяться за его описание, стоит провести хотя бы простую классификацию. Например, можно выделить три варианта такого поведения:

- 1) защита от хищников;
- 2) реагирование на общую опасность, недифференцированную угрозу;
- 3) борьба за жизнь в экстремальной ситуации.

Защита от хищников может быть двойкой. Самое простое вовремя замереть, так как хищник не реагирует на неподвижную мишень. Не менее действенный способ – убежать. Правда, последнее возможно не от всякого хищника. Можно убежать так, чтобы не догнали, то есть победить в скорости, а можно убежать и успеть спрятаться. Этот прием поможет спастись и от более высокоскоростного врага. Все ли эти приемы применяют лягушки? Как строится последовательность действий при реализации каждого варианта? Дифференцирует ли лягушка вид хищника и решает ли она в каждом случае задачу выбора способа спасения? Множество вопросов, на которые пока не существует ответа.

Общая угроза может проявляться в виде сотрясения почвы, воды, набегания тени, шума. Сигнал об угрозе может поступить от соседних лягушек в виде тревожных криков или хлопков по воде. Здесь тоже «включается» механизм защитного поведения, и лягушка показывает последовательно сменяющие друг друга действия, направленные на собственную защиту. Вполне вероятно, что эта цепочка действий будет отличаться от такой же, но спровоцированной хищником. Только проанализировав, сделав соответствующие зарис-

совки и схемы, посчитав частоту тех или иных действий, можно определить различия в формах защитного поведения.

Защитное поведение в виде борьбы за жизнь проявляется, когда лягушку схватил хищник, либо это произойдет в ближайшие секунды. Здесь может быть наложение разных способов защиты, и тогда спастись оказывается очень затруднительно. Так в последние секунды перед попаданием в пасть ужа лягушка проявляет и поведение убегания, и одновременно старается замереть, и производит крики тревоги. В результате такого смешанного поведения не только замедляется скорость убегания, но и производится масса мелких движений на месте, ведь она пытается замереть. Уж, таким образом, получает очень наглядную мишень, до которой к тому же ничего не стоит дотянуться.

А как ведет себя лягушка, которую взял в руки человек? Для нее ведь это тоже причина бороться за свою жизнь. Есть необходимость детального описания и зарисовок характерных поз и движений во всех видах защитного поведения, только тогда можно будет разобраться в защитном репертуаре и понять его мотивации и сигнальные факторы. Для защиты используется множество приемов, репертуар такого поведения у земноводных и пресмыкающихся необычайно разнообразен. Считается, что меньше всех в этом отношении оснащены земноводные, у них даже когтей нет. Есть смысл исследовать этот вопрос и собрать максимальное число вариантов защиты у этих животных. Естественно, что часть этого материала придется изобразить в рисунках, а часть его необходимо детально описать.

Чтобы сориентироваться в этой работе, представим ее основные положения:

- окраска маскировочная;
- окраска предупреждающая;
- окраска расчленяющая;
- пассивная защита – ядовитые железы;
- пассивная защита – неподвижность;
- активная защита – бегство;
- активная защита – отпугивание криками;
- активная защита – увеличение размеров тела.

Все это простое перечисление возможных вариантов защиты, но перед исследователем любого из этих вопросов встает задача описания защитного приспособления. Ведь любой из них известен сам по себе, но практически ни у одного из них не описана процедура использования его хозяйкой – амфибией. Здесь-то и начинается интересная и новая работа.

Например, все знают, что лягушка зеленая и ее не видно на зеленой траве. Так во многих книжках написано и нарисовано. Однако у нас в Сибири практически трудно встретить зеленую лягушку. Наши массовые виды: остромордая и сибирская никакой зелени в окраске не имеют. Они бурые, розоватые, слегка полосатые, в общем, на фоне зеленой травы они будут видны издали. Если мы взялись за исследование маскировочной окраски этих видов, то первая же гипотеза, которую мы формулируем, – *лягушка использует свою окраску для маскировки*. Мы предполагаем, что она знает о своем «маскхалате» и использует его. Самый простой, казалось бы, опыт, разрешающий этот вопрос, заключается в предложении лягушке различных по окраске фонов в террариуме и определении того, насколько часто она выбирает фон именно под цвет своей шкурки.

Заранее можно сказать, что постановка такого прямого опыта даже при хорошей статистике вызовет массу нареканий оппонентов. Гораздо интереснее решить такую задачу в природе, там, где живет много лягушек. Здесь можно просто фиксировать фон, на котором вы встретили квакушку. Можно наблюдать, тщательно спрятавшись, какой фон она выбирает для отдыха, для охоты (или она ничего не выбирает?). Наконец, можно изучать лягушек и выяснить, где она затаится в укрытии или замаскируется на открытом месте, выбрав его под цвет своей шкурки. А может быть, просто замрет, не выбирая фона и даже контрастно выделяясь на первом попавшемся.

Как видите, и здесь обычный путь научного поиска: сформулировав гипотезу, выбираешь методику для сбора материала и, накопив данные, объясняешь и доказываешь верность своего предположения.

В зависимости от склонностей исследователя, ему можно предложить либо скрупулезное и точное изучение одной из форм защитного поведения, либо – сравнительную работу по части форм или всему их набору. Такая работа будет формулироваться, следующим образом: какую форму защитного поведения выбирает лягушка чаще – затаивание или бегство? Предполагается при этом, что та и другая формы есть в репертуаре ее поведения, и они хорошо изучены и описаны.

ГЛАВА 5. ИЗУЧЕНИЕ ФОРМЫ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖИВОТНЫХ

Форма и физиологическое состояние

Форма тела

Она у наших амфибий довольно однообразна и, тем не менее изучая ее, можно получить интересную информацию об их жизни. Прежде всего, стоит выяснить для себя соотношение величины разных частей тела лягушки и попробовать дать этим соотношениям рациональное объяснение. Почему у лягушки такая конфигурация, какие преимущества она может дать животному? Как применяются эти особенности в функционировании лягушки? Каковы функции плавательных перепонок (и соответственно их величина у разных экологических форм)?

Последний вопрос не так самоочевиден, как может показаться. Вспомните, аквалангист использует ласты, имитирующие заднюю лапу лягушки. Но ведь есть и другие конфигурации плавательных перепонок, например, задние лапы у черепах оснащены плавниками совсем иной формы. Между тем водяные черепахи плавают ничуть не хуже лягушек. Чем же вызвано использование людьми-пловцами именно лягушачьей ноги? Здесь придется хорошо подумать, возможно, перебрать варианты ласт, используемых разными животными, а может быть, секрет кроется в особенностях фигуры пловца.

Особое исследование – изучение передней лапы самца лягушки. С нашей точки зрения такая форма кисти не очень эстетична, но ведь лягушка не человек. Кисть самца с ее кривыми пальцами особыми мозолями сформирована природой удивительно рационально. Зачем же она нужна? Насколько известно, лягушки ничего не берут передними лапами, не могут использовать свою переднюю кисть как млекопитающие.



У любознательного человека могут возникнуть и потребовать решения вопросы из области сравнительной анатомии. Их придется разрешать более тонкими, более пристальными исследованиями. Например, чем отличается кисть самца от таковой у самки? Здесь нужно попробовать при сравнении найти отличия, подчас почти микроскопические, и дать исчерпывающий ответ. Результаты такой работы помогут визуально определять пол лягушки по строению ее передней лапы. Еще один вопрос касается восстановления

эволюционной картины появления такой передней лапы. Надо постараться проследить, каковы пути формирования такой формы кисти? Здесь придется рассмотреть и многократно нарисовать кисть у многих самцов от сеголетков до взрослых и обнаружить всю цепочку переходов от обычной кисти, только что сформированной у лягушонка, до специфической, по форме очень функциональной передней лапы у взрослого самца.

Еще одна работа может быть посвящена рассмотрению общей конструкции лягушки. Здесь придется проанализировать достоинства и недостатки соотношения разделов тела, приспособительную их ценность, попытаться определить возможный ход эволюции

этой группы. Для этого придется познакомиться с литературой и выяснить дополнительно, как в процессе эволюции преобразовывались амфибии и какие формы животных они дали. Накопив такую всестороннюю информацию, можно сделать эволюционный прогноз относительно дальнейшего преобразования формы наших лягушек.

Окраска тела Целая серия работ может быть проведена для изучения окрасочных вариантов наших лягушек. Это только кажется, что все они одинаковы. Форма и расположение полос и пятен на их шкурках могут быть очень изменчивы. Частота встречаемости по этим признакам может оказаться различной в разных районах. У таких исследований масса приложений. Обычно подобные работы проводят генетики, и можно ориентировать свое исследование в эту сторону. Кроме того, орнамент шкурки лягушки может оказаться очень красивым и иметь прикладной характер. Можно изучать орнаменты и разрабатывать их варианты как основу для ковров, например. Наряду с орнаментом лягушачья кожа имеет также особый набор цветов и их переходов. Цветные пятна могут оказаться видоспецифичны, так по цвету отличают сибирскую лягушку от остромордой. Совокупность цвета и формы пятен дает дополнительную информацию для исследований, чему бы они ни посвящались. Мы же, изучая образ жизни и конструкцию лягушки, можем задать себе и еще не один вопрос и попытаться их разрешить:

- Какова адаптивная ценность окраски лягушки?
- Функционален ли орнамент ее шкурки?
- В чем смысл соотношения ее цветов?

Отклонение от нормы Этот особый раздел изучения формы имеет медицинские и природоохранные корни. Он относится к проявлению уродств у наших лягушек. Неправильно считать, что лягушки уродливы и некрасивы. Они красивы своей лягушачьей красотой, но под влиянием целого ряда внешних воздействий среди них могут появляться уродливые особи. Сначала нужно установить характер таких отклонений, а затем попытаться найти их причины.

В любой местности при наблюдении больших масс лягушек можно обнаружить отдельные уклоняющиеся от обычной формы экземпляры. Это могут быть иные соотношения размеров тела. Например, возможно обнаружение коротконогих или длинноногих особей. Это такие животные, у которых длина ноги очень сильно превышает обычную, при тех же размерах тела, или, наоборот, слишком мала. Возможно, найдутся и такие, у которых нарушено соотношение размеров передних и задних конечностей. Они либо необычно сильно отличаются по длине, и тогда передние кажутся недоразвитыми, либо, наоборот, приближаются по длине. Соотношение может касаться не только конечностей, можно проанализировать варианты соразмерности головы и тела лягушек, тогда могут среди наших квакушек оказаться большеголовые или мелкоголовые особи. По средним данным стоит описать наиболее соразмерную лягушку, определить эталон красоты фигуры у этого вида животных.

Особое место занимают бросающиеся в глаза уродства этих амфибий, таких можно назвать лягушками-инвалидами. Исследование, направленное на поиск уродств, сейчас особенно актуально. Подробнее мы коснемся этого далее.

Размеры тела Для определения и измерения животных их желательно сначала отловить. Ловля, это уже заметное вмешательство в жизнь живых существ, то есть крайняя мера. Прибегают к ней в случае, когда без нее обойтись невозможно. Так, чтобы измерить животное и взвесить, его приходится брать в руки.

Ловля. Обычно ловить лягушек несложно, ведь они настолько малоподвижны и безопасны, что большинство можно просто поймать руками. Известно, что неподвижный предмет эти животные не воспринимают как опасность, поэтому при отлове ваши движения должны быть до самого последнего момента очень медленными и плавными. Далее следует решительный бросок с минимального расстояния. Подкрадываясь, следите за тем, чтобы ваша тень не попала на животное.

В водоемах амфибий можно добывать сачком на длинной ручке. Его опускают под воду, затем медленно и осторожно подводят сбоку под животное и резко поднимают вверх. Для того чтобы отыскать днем тритонов и жаб, необходимо осматривать их возможные убежища под поваленными деревьями, хворостом, камнями и т.д. Осматривайте также ямы с крутыми стенками, в которые часто попадают и не могут выбраться мелкие животные. Нужно иметь в виду, что амфибии, попавшие в яму, обычно в ней же неглубоко закапываются или прячутся под упавшие на дно листья, ветки и другой мусор.

Особенностью покровов амфибий является слизь на их коже. Когда животное держишь в руках, то слизь попадает на кожу. Вреда она не принесет, но, высыхая, она станет стягивать кожу. Избежать этих неприятных ощущений нетрудно, нужно просто помыть руки. Выпускать лягушек лучше в то же место, где вы их отловили. У этих животных есть свои, хорошо знакомые им, территории, где они легко прячутся от опасности. Перенести лягушку на новое для нее место, означает очень сильно увеличить вероятность ее гибели.

Чтобы поймать ящерицу, нужно медленно подвести к ней руку и затем быстрым движением накрыть ее ладонью, прижав переднюю часть туловища. Этим мы стараемся избежать самокалечения животного. Ящерица легко расстается с хвостом, если схватить за него или даже просто прижать. Для восстановления потерянного хвоста у нее уйдет очень много сил и времени.

Транспорт ировка. Земноводных нельзя долго держать зажатыми в руках – это ведет к повреждению их кожных покровов и даже гибели от теплового шока. Пойманных животных следует помещать в матерчатые мешочки. Полиэтиленовые для этого не годятся, они не пропускают воздух и одновременно создают парниковый эффект, отчего животное там сильно перегревается. Для земноводных мешочки должны быть постоянно влажными. Как земноводных, так и пресмыкающихся в мешочках следует предохранять от перегрева, не допуская их нахождения под прямыми солнечными лучами. В то же время пленники в своей упаковке должны быть все время на виду, дабы случайно не наступить на них или не придавить какой-нибудь тяжелой вещью.

Измерение. Отловленных животных, слегка прижав к ровной поверхности, измеряют линейкой, рулеткой или штангенциркулем. Принятые в зоологии промеры сводятся к следующим:

длина тела (L) – от кончика морды до отверстия клоаки;

длина хвоста (С) – от отверстия клоаки до кончика хвоста.

Технология измерения лягушек имеет свои особенности. Длину их тела измеряют со спинной стороны, подводя указательный и средний палец под брюхо соответственно у передних и задних ног, а большим пальцем слегка нажав на крестец так, чтобы животное выпрямилось.

Половой и возрастной диморфизм

Очень трудно по внешним признакам, особенно глядя издали, определить, к какому полу относится эта лягушка или эта жаба. Иное дело, приткая ящерица. У нее самцы – яркого зеленого цвета. Впрочем, весной мы легко по окраске отличим самца остромордой лягушки от самки, а вот у сибирской это сделать сложнее. Даже зеленых жаб мы можем, наверное, отличить по окраске. Самки у них имеют интенсивные темно-зеленые пятна и более контрастные. Вероятно, отличимы и размеры тела у разных по полу животных. В любом определителе мы находим описание половых различий у амфибий. Для их точного установления лучше всего взять этих животных в руки. У жаб и лягушек на передних лапах самцов обязательно имеются характерные брачные мозоли на первых пальцах. У многих самцов есть парные или непарные резонаторы, усиливающие звук их кваканья. Издали поэтому можно определить пол – громко квакают только самцы. Однако чаще всего такие очевидные признаки мы будем наблюдать у взрослых половозрелых особей. А как быть с молодыми?

Из этого предварительного размышления уже обозначаются несколько направлений исследования полового диморфизма.

Прежде всего, нужно оценить взрослых животных по расположению пятен, узору, и, создав для каждого пола по 10–15 вариантов узора, найти особенности, характерные только для одного пола (если такие имеются). Они и станут маркерами половой принадлежности. Не исключено, что таких особенностей не обнаружится даже при осмотре нескольких сотен животных. Тогда можно попробовать оценить у каждого пола особенности цвета, возможно, у одного из них он будет ярче или насыщенней. Самое простое описание окрасочного диморфизма, связанного с полом, у многих взрослых животных в период брачных игр. Однако нам более ценны признаки, позволяющие отыскать различия и вне этого периода.

Молодые животные подчас не имеют выраженных половых признаков, таких как брачные мозоли или резонаторы. Они отсутствуют в расцветке и в узоре, поэтому определение их половой принадлежности затруднительно. Если наше исследование пришло к такому заключению, то нас ждет более трудоемкая работа. Различия придется попробовать найти по морфологическим признакам. Они включают в себя как размеры тела, так и строение частей тела.

Прежде всего, нужно измерить и взвесить взрослых животных, половая принадлежность которых хорошо различима. Таким образом, мы получим качественное различие, которое может быть выражено, например, как простое правило: «самка всегда больше самца» или «самка всегда тяжелее самца, даже при одинаковых размерах». Установив закономерность такого рода, можно предположить, что она сохраняется или появляется уже на ранних стадиях развития и присуща молодым животным. Тогда разделение на самцов и самок можно будет примерно производить по признаку веса или размера, а возможно, по сочетанию этих признаков.

Вполне вероятно, что на этом пути нас постигла неудача, и мы отличий не обнаружили. При исследовательской работе неудача происходит гораздо чаще, чем удача, поэтому она не должна смущать исследователя. Теперь можно обратить внимание, например, на передние конечности лягушек. Мы знаем, что самец в период размножения крепко держится ими за самку, и поэтому они у него должны иметь соответствующее приспособление. Например, мозоли, искривления пальцев, или еще какие-то особенности. Можно предположить и то, что этот признак формируется постепенно и проявляется уже у молодых животных. Итак, проверяем свое предположение. Рассматриваем множество передних лап самцов, рисуем их, создаем обобщенный рисунок передней лапы самца. То же делаем для самки. Сравнивая результаты, выявляем половые особенности передней конечности. Эта первая часть нашего исследования, она частично выполнена нашими предшественниками, и в определителях встречаются зарисовки передних конечностей лягушек и жаб в брачный период. Мы можем дополнить эти сведения нашими местными особенностями, а, кроме того, четким описанием половых различий в конфигурации и величине этих конечностей. Еще одним нашим научным достижением может оказаться выяснение возраста, в котором уже проявляется данный половой признак.

Теперь нам предстоит сложная и длительная работа по анализу формы передних конечностей у животных, не достигших половозрелости. Их следует разделить на размерные группы и сначала просматривать и зарисовывать конечности самых крупных, но еще не половозрелых особей, отыскивая у них признаки, найденные у взрослых животных. Если такие признаки, обнаружатся, может быть, и не столь сильно выраженные, то это уже успех. Теперь ту же работу проделывают над следующей группой, более мелких животных, и описывают эти же признаки у них. Так работу доводят до самых мелких и, следовательно, самых молодых животных, а затем анализируют ее результаты. Возможны ответы на следующие вопросы:

1. Имеются ли выраженные половые признаки в форме передних конечностей у этих амфибий?

2. Проявляются ли они у не половозрелых особей тоже?

3. Когда, с какого возраста (размера) они могут быть обнаружены у этого вида животных?

Если нам не повезло с особенностями передних конечностей, и этот признак проявляется только у взрослых и только в брачный период, то придется начать поиск других морфологических признаков или их сочетаний. Здесь очень большая свобода выбора и фантазии. Можно предположить, что самцы более коротколапые, чем самки, или наоборот – длиннолапые, и проверить эту гипотезу. Возможно, у самцов более выражены плавательные перепонки на задних конечностях, а у самок на них глубже вырез. Не исключено, что у разных полов отличается форма головы или соотношение длины головы и длины тела. Как видите, изобрести и проверить можно множество вариантов.

Линька, окраска, уродства В разные периоды своей жизни животные могут по-разному выглядеть, также они могут различаться и в различных местообитаниях или регионах. Покровы животных выглядят то очень ярко, а то – тускло. Это может быть связано с линькой, ведь перед ней верхний слой клеток кожи отмирает и тускнеет, а свежие клетки имеют очень яркую окраску. Змеи и ящерицы сбрасывают старую кожу и делают это по-разному. А как линяют лягушки и жабы? Неплохо бы прояснить этот вопрос, заодно узнать сроки и продолжительность этого процесса у разных видов, а может быть, и у различных возрастных групп животных.

Об окраске мы уже вели речь, пытаясь использовать окрасочные варианты для распознавания пола у лягушек и жаб. Но ведь окраску животных можно и нужно изучать и вне связи с половым диморфизмом. Окраска связана с множеством наследственных признаков животных и является удобным объектом изучения у ученых, занятых исследованиями в области генетики популяций, фенетики, радиационной биологии.

Характер узора на спине лягушки несет огромную информацию, поэтому его нужно копировать очень точно. Такие отпечатки узоров сравнивают между собой, обнаруживают их особенности. Дело в том, что основной узор повторяется у животных одного вида. Вот и разделяют этот узор на две части. Одна из них инвариантна, то есть имеется у всех, а вторая оказывается не у всех. Эти элементы узора, которые присущи отдельным особям, и выясняются в первую очередь. Группы обладателей таких элементов, – чаще всего родственники. Вполне вероятно встретить некий элемент узора у животных данного района, и никогда не обнаружить его в другом районе. Некоторые изменчивые элементы узора часто встречаются (хотя и не у всех), другие же очень редки. Их часто обозначают как редкие фены. Можно нарисовать портрет лягушки из местного займища, но сделать его совокупным, генетическим портретом. На нем изображена спина животного с конкретным узором и обозначены частоты встречаемости элементов этого узора. Портрет другой лягушки того же вида из соседнего района наверняка окажется совсем не таким. Характер и силу различий можно оценить, сравнивая такие портреты. Для этого не нужно одному исследователю работать в двух районах, можно просто сравнить результаты разных исследователей, сделавших работы по одному виду и по одной методике. Чем больше исследователей сделает такие стандартные работы, тем интересней и полнее будет общий результат сравнения полученных ими данных. Такая работа уже может привлечь внимание специалиста, биолога. Ее можно продолжить, повышая научный уровень исследования

Совершенно особое место занимают исследования уродств животных в природе. Здесь очень удачным объектом служат амфибии с их проницаемой для воды и водных растворов кожей. Они в этом смысле – открытые системы. Любые вещества, вызывающие неправильности развития, любые яды на них воздействуют быстрее, чем на млекопитающих. С другой стороны, уродства этих животных очень хорошо видны, их не прикрывает ни мех, ни перья. Для понимания не только причин, но и частоты встречаемости уродств амфибий важна еще одна информация. Ведь уродливые и неполноценные особи в дикой природе не выживают, они очень быстро гибнут от самых разных причин. В этом состоит

суть естественного отбора, и поэтому в природе не встречается некрасивых особей. Почему же мы можем встретить уродливых лягушек? Причины здесь, по крайней мере, две.

Одной мы коснулись выше, прояснив, что амфибии – открытые системы, а сюда еще добавим, что человек, с его хозяйственной активностью, насыщает природу различными ядовитыми и мутагенными веществами. От их появления сразу страдают незащищенные амфибии, но это означает, что в этих же местах, но позже (через 5–7 лет), когда яды накопятся, будет также страдать и сам человек. Так лягушки подают нам сигнал опасности, предупреждают о грядущей беде в этой местности. Умный человек поймет такое предупреждение.

Вторая причина того, что нам встречаются уродливые животные, уже не в качестве загрязнителя, а в его количестве. Если мы видим уродливых лягушек, значит, ядовитых веществ очень много и, как следствие, так много пострадавших лягушек, что их не успевают съесть хищники.

Это добавочный сигнал опасности, он предупреждает о концентрации яда. Теперь понятно, насколько актуальна работа по выявлению уродств и какой внимательности она требует. Характер уродств должен быть детально описан, зарисован или сфотографирован. Конечно, нужно описать место встречи с такими животными и попробовать выяснить причину появления уродств. Наиболее часты эти встречи бывают вблизи промышленных объектов, особенно, если с их территории текут ручьи, или поблизости проходит речка. Текущая вода обычно приводит любознательного исследователя к какому-нибудь производству, и здесь уже легко догадаться, как в воду попали ядовитые вещества, даже какие именно и в каких количествах. Однако может случиться и неудача в таких поисках. Уродливые животные встречаются, но нет и намека на присутствие промышленных предприятий. Тогда стоит проверить, какими веществами, когда и в каких количествах человек в данной местности боролся с какими-нибудь «вредителями». Что он на этот раз защищал: посевы, лесопосадки или губил докучливых комаров и мошек облаком ядовитых аэрозолей. Если и такого здесь не происходило, и даже трудолюбивые граждане в местных садах и огородах совершенно отказались от пестицидов, а уродливые лягушки все-таки попадают на глаза, значит, причина скрыта глубже. Может быть, именно здесь, как в определенных районах Алтая, проходит ракетная трасса, и на почву попадает ядовитое горючее, а возможно, имеется какая-то природная аномалия, независимая от человека. Последнее, впрочем, наименее вероятно.

В итоге работы необходимо оценить частоту встречаемости не только качественно, но и количественно. С одной стороны описать, как часто на прогулках или при специальном поиске можно встретить уродливую лягушку, а с другой, сколько уродливых попало среди всех увиденных животных. Так вычисляется доля уродливых животных (в %), характерная для данного места.

Работу по изучению численности амфибий и рептилий можно строить различным образом, но в любом случае при этом не избежать учетов этих животных. Напомню, что наиболее часто применяемые методики учетов мы описали выше.

ГЛАВА 6. ПРИРОДООХРАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Здесь можно собирать данные в нескольких направлениях. И одновременно продумывать систему практических действий помощи животным.

Первое из них – информация о нерестилищах амфибий в окрестностях вашего населенного пункта. Известно, что без таких мест размножение этих животных невозможно. Для метания икры пригодны как временные, так и постоянные водоемы. Их можно обнаружить и занести на карту, проведя серию поисковых экскурсий сразу после схода снега. Разделить найденные водоемы на постоянные и временные тоже не составит большого труда. Временные водоемы требуют постоянного наблюдения, потому что в случае их пересыхания здесь понадобится срочная помощь личинкам. Постоянные водоемы могут

быть отравлены промышленными или сельскохозяйственными продуктами, загрязнены человеческой деятельностью (бытовой сор в воде, древесные отходы при порубках на берегу и пр.).

Начинать работу можно, ориентируя ее на долгосрочные наблюдения за водоемами. Для этого составляется приблизительный план мероприятий и замеров акваторий, проводимых каждый сезон. Вот примерный набор характеристик, которые было бы неплохо учесть для такого мониторинга:



- площадь водоема первоначальная;
- глубина его;
- контур береговой линии;
- изменения этих характеристик каждые 1-2 недели;
- срок полного высыхания временного водоема;
- основные загрязнители водоема и скорость загрязнения: воды, береговой линии;
- виды амфибий, нерестящихся на водоеме.

Итак, **первая** часть исследования, это инвентаризация нерестилищ и описание каждого из них по пригодности и долговечности. На основе нашего описания строятся оценки оптимальности водоемов для нереста и последующего роста и развития личинок.

Вторая и не менее важная его часть состоит в том, что составленный таким образом кадастр мест размножения необходимо довести до сведения местной природоохранной организации и уже с ее помощью выработать структуру охранных мероприятий для нерестилищ.



Второе направление работ связано с сохранением местообитаний амфибий и рептилий. Естественные местообитания этих животных на многих территориях быстро заменяются гораздо менее для них благоприятными: полями сельскохозяйственных культур, строениями человека. Нужно помнить, что оптимальные для большинства из них места – опушечные полосы, редколесья, и далеко не все виды этих животных могут существовать на наших огородах или в скверах наших городов. Было бы очень хорошо по договоренности с местными властями устроить резервации – маленькие заказники, объявив таковыми некоторые опушечные полосы и пустыри. Охрана

этих угодий и будет важной работой по сохранению земноводных и пресмыкающихся.

И, наконец, **третье** направление работ связано с ограничением разного рода мероприятий по борьбе с сельскохозяйственными вредителями. Обработка местности любыми пестицидами всегда неблагоприятно сказывается на животных. Особенно страдают амфибии с их влажной, легко проницаемой для ядов кожей. Змеи и ящерицы в этом смысле защищены лучше лягушек, но ведь они питаются насекомыми и, поедая отравленных, накапливают яд в своих организмах. Увеличение его доз, в конечном счете, погубит и их. В работе по охране животных от промышленных, бытовых и сельскохозяйственных ядов необходима не только внимательность, но и экологическая осведомленность. Для контроля над средой необходимо вести специальный дневник, где, наряду с собственными наблюдениями, записываются даты и объемы ядов, использованных в данной местности для проведения каких-либо санитарно-эпидемиологических мероприятий или защиты урожая с помощью пестицидов. Такой мониторинг проводится одновременно двумя спо-

собами. Первый из них – биоиндикация среды, при которой с помощью осмотров учитываются погибшие животные, погибшие растения, особое внимание уделяется случаям массовой гибели. Здесь возможен контроль погибших животных, которых по договоренности можно сдавать в химическую лабораторию местной природоохранной организации.

Собираясь проводить работы по биоиндикации, точно так же как и любое научное исследование, заранее осмысливается и обсуждается с исполнителями. Строится его план, предварительно формулируются предположения о том, где и какие организмы погибают от загрязнителей. Второй ряд гипотез связан с вероятными веществами, которые оказываются особенно токсичными. Гипотезы проверяются, на карту местности выносятся площади, где обнаружены погибшие животные и площади, обработанные или загрязненные пестицидами или другими ядовитыми веществами. На основании данных карт гибели животных делаются выводы о возможном компромиссе между хозяйственной деятельностью и выживаемостью местных организмов. Второй способ – химический или инструментальный контроль среды, при котором с помощью приборов измеряются предельно допустимые концентрации (ПДК) по основным ядовитым веществам на данной площади. Сведения о проведении контроля, планировании и отчетности можно найти в инструкциях любой санитарно-эпидемиологической станции. Они стандартны. Сотрудники станции с удовольствием проконсультируют юных исследователей и наверняка не откажут в руководстве такой работой.

РАЗДЕЛ 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

Экспериментальные исследования с амфибиями и рептилиями тоже возможны в школе, но они имеют существенные ограничения в сравнении с научными исследованиями в исследовательских учреждениях. Прежде всего, в школе исключаются все хирургические опыты на животных как острые, так и хронические. Экспериментальные исследования проводят на животных, обитающих в живом уголке или живущих дома. Эти особи все равно находятся под постоянным воздействием человека, и эксперименты с ними дадут возможность хоть немного улучшить их существование. Все они направлены на выяснение того, какую пищу предпочитает животное (может быть, в зависимости от пола, возраста и даже от времени суток или сезона), что наиболее сильно беспокоит нашего питомца, как он спасается от угрозы или беспокойства. Животное, поселившееся с людьми, приходится часто брать в руки, это вызывает постепенное привыкание к человеку и снимает часть беспокойства. Такое прирученное животное можно измерять и взвешивать многократно без особого вреда для него. Наблюдения за изменением веса и размеров в зависимости от содержания – тоже интересный эксперимент, результаты которого заинтересуют ученых и дадут новые полезные сведения об этих животных.

Что касается теоретических разработок, то их необходимость никогда и никем не оспаривалась. Совершенно естественно при выполнении любой работы воспользоваться уже накопленным опытом, дабы не изобретать велосипед. Кроме того, теоретические знания часто помогают найти направление исследований, сконструировать их методику. Теоретические исследования можно оформлять не только в форме реферата, но и в более художественной форме. Тогда они приобретают научно-популярное значение, рассказывают людям о живых организмах, их особенностях, отношении к человеку, об эстетическом наслаждении при общении с ними. Такие произведения могут быть интересно иллюстрированы. Так, кроме дополнительных научных знаний, у них появляется вторая, не менее важная функция – просветительская.

ГЛАВА 1. ЭКСПЕРИМЕНТЫ С АМФИБИЯМИ

Предпочитаемость пищи

С этой темой мы уже знакомы в разделе о наблюдениях. Там простым подсматриванием за охотой лягушки можно определить частоту встречаемости в ее рационе самых различных животных. Уточнить же такие наблюдения и выявить действительно самые вкусные, с точки зрения лягушки, корма можно только экспериментально. Для чего необходимо в условиях вольерного содержания этих животных провести строго регламентированные опыты по поедаемости лягушками (а их должно быть обязательно несколько) различных вариантов корма.

Опыты по выяснению предпочитаемости пищи довольно просты, но требуют, как и любой эксперимент, внимательности и тщательности проведения. Схема опыта такова. Амфибии ежедневно предлагается набор самых разнообразных животных (корм) при одинаковой их доступности. Количество пищи должно быть заведомо больше, чем требуется для насыщения. Запись съеденного производится с ориентиром на следующие вопросы:

1. Что было съедено в первую очередь?
2. Что было съедено в наибольшем количестве?
3. Что было съедено случайно (вместе с другими объектами)?
4. От чего животное отказалось?

Эксперименты с такими кормовыми рационами проводят на нескольких животных одновременно. Однако наблюдения эти ограничивают одним сезоном. Такие серии опытов на животных одного возраста может показать сезонные различия в предпочитаемости корма, если сравнивать, скажем, весенние и летние или летние и осенние наблюдения. Если в экспериментах участвуют одновременно две группы животных (например, самцы и самки), то можно попытаться выявить половые различия в рационах. Когда для эксперимента собирают группу молодых и группу взрослых, то обнаруживаются возрастные различия в диете. Правда, в последнем случае приходится расширять видовой состав пищи, ведь разные возрастные группы могут очень сильно различаться по своим пищевым пристрастиям.

Реакции на раздражители

Резкое освещение, неожиданный шум, резкие движения предметов поблизости от животного вызывают у него защитные реакции. Вспомним, у нас ведь тоже от таких неожиданных воздействий проявляется реакция испуга и сразу приводит к защитным действиям. Точно то же можно наблюдать у лягушек, но бессистемными эти ответы только кажутся. Напуганная лягушка действительно будет сильно прыгать в вольере и даже ударяться о ее стенки головой, но совсем иное дело – реакция на угрозу у животного, которое находится на своей территории. Там все ему знакомо и движения его будут слаженными экономными, быстро приносящими успех. Для иллюстрации приведу два описания защитного поведения лягушек.

Трех крупных озерных лягушек поселили в небольшую оранжерею. Там уже жили рыбки в маленьком бассейне и болотная черепаха в старой ванне, наполненной камнями, залитыми небольшим слоем воды. Это для того, чтобы посетители видели черепаху. Лягушки прожили здесь больше недели, освоились с территорией и совершенно изменили свое защитное поведение. Если в первые дни они суматошно разбегались от пришедшего сотрудника, ударяясь о стволы папай и бананов, то вскоре их поведение стало вполне организованным и очень экономным. Появилось впечатление, что лягушка совершает очень точные и осмысленные действия. Так уже на вторую неделю жизни при входе утром сотрудника лягушки синхронно прыгали, прячась в надежные укрытия. Одна из них оказывалась в бассейне, другая в ванне, где жила черепаха, а третья в ведре с мокрой половой тряпкой, оставленном у стенки уборщицей. Этот тройной прыжок был совершенно синхронным. Мгновение – и ни одной лягушки не осталась в пределах видимости.

Эта иллюстрация простого наблюдения, но даже оно дает объяснение реакции на раздражитель – угрозу. Есть смысл спроектировать некоторые эксперименты. Например, сравнение действий лягушки на знакомой (своей) территории и на незнакомой (чужой). Другое направление – выяснение порога раздражимости, ведь одно и то же движение дей-

ствует по-разному в зависимости от его скорости, а вот основа для следующего эксперимента: выяснить, насколько резким должно быть движение, чтобы амфибия восприняла его как угрозу. Другая постановка такого же эксперимента – выяснение расстояния, с которого земноводное воспринимает движение как угрожающее. И опять – разработка плана исследований, построение гипотез, обсуждение способов их проверки, выработка методик экспериментов.

Еще одно наблюдение было описано в статье «Стратегия для стада эгоистов». Эта научная экспериментальная работа, посвященная защитному поведению лягушек и объясняющая приспособительное значение такого поведения. Эксперимент выглядел так. Лягушек размещали по берегу маленького круглого водоема и из его глубины из-под воды специальным приспособлением поднимали на поверхность макет ужа. Уж – пожиратель лягушек, и амфибии его боятся. Лягушки были прудовые, и спасаться привыкли в воде, а здесь в воде оказывался страшный враг. В ответ на появившуюся угрозу лягушки всегда производили одно и то же действие – в том месте на берегу, куда была направлена голова ужа, сидящие лягушки сразу же сдвигались в группу. Если это была всего пара лягушек, то они немедленно усаживались бок о бок, если три-четыре, они тоже придвигались вплотную друг к другу. Даже если здесь оказывался десять амфибий, они тут же сбивались в плотную группу. Сколько бы ни поворачивали макет ужа, на какое бы место на берегу ни направляли его голову, реакция квакушек всегда была одна и та же – сбиться в кучку навстречу опасности.

Как же объяснили ученые свое наблюдение, какой вывод сделали? Дело в том, что если не принимать во внимание моральных категорий (они в природе не проявлены), если не очеловечивать лягушек и не говорить о лягушачьем братстве и самоотверженности, то объяснение упрощается. И вот в чем оно состоит. Ясно ведь, когда уж смотрит на одну лягушку, то она стопроцентная жертва этого хищника. Когда же их стало две, то вероятность сделаться обедом для ужа у каждой снижается на половину. Если сдвинулись три лягушки, то каждая уменьшила вероятность быть съеденной на две трети, то есть хорошо защитилась. Конечно, сбившаяся в ответ на угрозу группа амфибий приводит к тому, что угроза для любой из них становится минимальной. Эта разгадка такого защитного поведения и подсказала авторам название их ученой статьи.

Как можно заметить, эксперимент по защитному поведению всегда предполагает многократное предъявление животным какого-либо вида угрозы (шум, свет, враг) и требует детального описания результатов каждого такого опыта. Затем из множества повторностей поведения выявляется наиболее постоянная картина. Это и будет результатом исследования, именно его получит любой испытатель, применивший ту же методику своего эксперимента на сходных животных.

Скорость роста и созревания при разных диетах

Общеизвестно, что при усиленном и полноценном питании организм растет и развивается быстрее, чем при недоедании или при неполноценном корме. Это соображение основано на здравом смысле и житейской логике. К сожалению, житейская логика очень часто подводит своего хозяина, когда он пытается построить правильную картину мира. Для выяснения закономерностей лучше прибегнуть к наблюдению или эксперименту. Ученые очень давно для разных исследований применяют методы кормовых рационов. Так выясняют предпочтительность корма для того или другого вида или возрастной группы животных. Мы уже это обсуждали выше. Здесь же поговорим о точных опытах, проясняющих воздействие того или иного рациона на рост и развитие.

Питание животных

Рост организма – это в некотором роде показатель достаточности и полноценности его питания. Особенно у амфибий, которые растут в течение всей жизни. Можно проверить эту гипотезу, изменяя рационы подопытных животных и одновременно производя постоянные измерения их тела. Методика строится следующим образом. Несколько молодых амфибий кормят определенным видом корма, но различным его количеством. Несколько групп, например, получают мучного червя, но

первая кормится с избытком, после кормежки часть червей остается, их просто не смогли съесть. Вторая группа получает только две трети от нормы пищи первой, следующая группа – также две трети от нормы второй, и четвертая – две трети от нормы третьей. Эту диету поддерживают в течение месяца, проводят измерения и взвешивания всех животных. Через месяц на основании промеров уже можно построить графики изменений размеров и веса животных каждой группы и сравнить их между собой. Заранее нельзя быть уверенным, что восторжествует житейский опыт, и первая группа будет самая быстрорастущая. Возможно, избыточное кормление не так уж и хорошо для лягушек.

Известный каждому герпетологу опыт был поставлен в начале прошлого века на личинках амбистомы. У этих амфибий всемирно известная личинка, которую называют аксолотль. Она хорошо живет в аквариумах у любителей, нередко ее можно увидеть и в аквариумах живых уголков школ и детских садов. Аксолотль обычное подопытное животное в медицинских и биологических лабораториях. При изменении режима питания или режима содержания из этой личинки можно получить взрослую амбистому, и такая работа тоже является исследовательской. Личинку начинают кормить с добавкой экстракта щитовидной железы, и такое изменение рациона может привести к метаморфозу животного.

Выбор среды

Он также может повлиять и на строение и на развития амфибии. Эксперименты, проясняющие отношение животных к различным местообитаниям нетрудно провести в живом уголке или даже в домашних условиях. В случае с аксолотлем опыт очень примитивный. Животное перемещают из обычного аквариума в ванночку с невысокими стенками (например, тазик). Здесь уже можно предложить питомцу самостоятельный выбор среды. Часть ванночки засыпают песком, но рядом оставляют углубление с водой, где и находится амфибия. Аксолотль теперь может при желании выходить на бережок. И он начинает делать такие выходы, задерживаясь на песке все дольше. Аппетит его в это время заметно возрастает, да и сам он начинает расти. Через некоторый промежуток времени в нашем новом террариуме окажется уже не аксолотль, а взрослая тигровая амбиста.

Это теоретическое описание опыта, практическое же его выполнение может и не пройти столь гладко. Если такой опыт проводить, то следует выполнять все атрибуты исследовательской работы. Прежде всего, сформулируем примерно такую гипотезу – «при возможности выходить на берег (изменять среду обитания), аксолотль превратится в амбистому». Далее ставим уточняющие задачи. Они касаются изменения рациона, температуры среды, освещения, продолжительности задержки на суше и пр. В соответствии с задачами составляем методику эксперимента, последовательность действий экспериментатора, изменяющего условия жизни подопытного животного. Основа правильного накопления материала – это регулярные записи действий экспериментатора, подробностей диеты (виды и количества кормов, частота кормления), а кроме того, доскональные описания изменения облика, поведения и величины объекта. Необходимо очень точно фиксировать в записях изменения среды: глубину водоема, температуру воды и температуру воздуха в террариуме, характер освещения, помехи, возникающие в течение опыта. Безусловно, придется поискать литературу, в которой есть сведения по биологии этой амфибии, правилам ее содержания, а возможно, и описание метаморфоза в лабораторных исследованиях. Не нужно огорчаться, что по данному вопросу уже имеется информация. Ваш эксперимент и по течению и по результату будет иметь достаточно отличий от описанных. Вы обязательно найдете какие-нибудь новые особенности, а может, и закономерности.

Скорость передвижения

Животному время от времени необходимо изменять среду обитания. Для чего оно перемещается на местности. Скорость и траектории таких передвижений – это отдельная исследовательская тема. Она выполняется в научно-исследовательских учреждениях, но пока накоплено очень мало данных такого рода. Включившись в такие исследования можно получить новые интересные научные результаты.

Для изучения и описания, как скоростей передвижений, так и траекторий, можно предложить еще одну методику. Она удобна при анализе перемещений различных, но

преимущественно мелких животных. Этот способ опробован на углозубах и тритонах. Для выполнения работы требуется огороженная площадка 30х30 см, ее дно расчерчивается на квадраты со стороной в 5 см. Получается поле, похожее на шахматную доску с 25 клеточками. Для проведения работ нужно запастись карточками. Это квадратики из толстой бумаги в три раза меньше, чем наша площадка. Они тоже расчерчены на 25 клеточек и представляют собой уменьшенную модель нашего испытательного поля. Наблюдатель вооружается карандашом и секундомером или часами с секундной стрелкой и устраивает подопытное животное на испытательную площадку. Животное начинает движение в какой-либо точке пересечения линий, наблюдатель, отметив время, ставит в нее карандаш на своей схеме и начинает повторять траекторию движения животного. Такая запись продолжается 30–40 сек. после чего на карточке отмечается время окончания слежения, и траектория прерывается. Животное продолжает свою прогулку по вольеру. Через некоторое время наблюдатель, передохнув, повторяет свою запись и получает длину, форму и время следующего отрезка пути. На одной карточке зарисовывается 3–4 отрезка, на ее обороте записывается время и место опытов, вид животного и фамилия наблюдателя. Так заполняется 3–4 карточки, и животное отправляется на отдых в свой вольер.

Накопленные данные анализируются с применением счетных методов. Нужно вычислить средние скорости, характерные для этого животного. Однако в разных ситуациях животное меняет скорость своего передвижения. Оно может идти, бежать, подкрадываться. Даже идти оно может с разными скоростями в зависимости от цели: ходить в поисках добычи, идти к воде или в убежище. Для каждого вида передвижения полезно вычислить среднюю скорость. После этого неизбежно встанет задача выяснить, какое время на передвижение тем или иным способом животное затрачивает в течение суток. Появятся причины вычисления среднесуточной длины передвижения животного с учетом того, что столько-то времени оно движется шагом, столько-то бегом, столько-то подкрадывается. Круг задач исследования может быть фиксирован изначально, а может расширяться, вовлекая в себя все новые гипотезы и все новых исполнителей.

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

Они проводятся по литературным данным. В зависимости от того, какой аудитории будет предложен результат таких исследований. Конечно, форма подачи может быть самая разнообразная. Обычная и чаще других используемая – это научный реферат, включающий в себя сжатые, сухо изложенные материалы многих научных статей, которые удалось найти автору реферата. Однако может быть и другое представление такого теоретического исследования. Те же факты, которые удалось найти, предлагаются аудитории в так или иначе популяризированном виде.

Тогда можно облечь материалы в форму занимательного рассказа, а можно и в виде комикса. Нередко такую информацию представляют в виде викторины, оживляя и одновременно углубляя учебный процесс.

В любом случае литературные данные подбираются о вполне конкретных сторонах жизни животных и на их основе формируются новые представления о разных чертах биологии объектов. Остановимся кратко на тематиках таких теоретических разработок.

О родственных связях. Здесь материал может отбираться о родственниках, обитающих в тех же или близких районах, а может быть, о родственниках, живущих в настоящее время на нашей планете. Если найти работы по филогении современных амфибий, то у наших лягушек могут оказаться близкие родственники в очень дальних странах. Выяснится, что ближайший родственник сибирского углозуба, которого называют еще четырехпалым тритоном, вовсе не наш обыкновенный тритон, хотя они и живут поблизости друг от друга. Бывает даже, что они и икру мечут в одном водоеме. Ближайший родич углозуба живет довольно далеко от Сибири, это семиреченский лягушкозуб – эндемик Джунгарского Алатау.

У местных амфибий можно в соответствии с известными данными по систематике выяснить степень родства. Так остромордая лягушка будет довольно близкой родственницей сибирской лягушки и более дальней родственницей обыкновенной жабы. Что касается родства с обыкновенным тритоном, то оно окажется весьма отдаленным, но все же более близким, чем с сибирским углозубом. В то же время, эта лягушка довольно близкая родственница травяной лягушки, населяющей европейскую часть России.

Родственные связи можно представить себе и в историческом времени. Для этого нужно почитать литературу по эволюции амфибий, по известным палеонтологическим находкам и написать интересную работу на тему «Откуда взялась остромордая лягушка»? В таком теоретическом исследовании и проследить множество предковых форм с их своеобразием обитания и районами, в которых они жили. Выяснить, где на планете появилась впервые эта лягушка и откуда она пришла в наши края.

О месте в сообществах. Любое животное занимает определенное место в своем сообществе. Это не пространство, занятое им, а весь набор его требований к местообитанию. Кроме того, это еще и особенности его взаимоотношений с соседями по биоценозу. Кого-то приходится поедать, от кого-то спасаться, чтобы не съел. А есть друзья, благодаря которым добавляется пища, комфорт или восполняется собственное несовершенство. Например, лягушке трудно копать себе норку на зиму, на ее лапах нет когтей, поэтому проделать дыру в дерновине – задача сверхтяжелая. Тогда находятся неизвестные друзья, копающие норы, которыми может воспользоваться лягушка. Есть явления природы, которые тоже часто помогают слабой амфибии. Представим себе, прошел сильный ветер, вывернул старое дерево и здесь, в мягкую почву выворотня, кто только не закопается!

Вот и соберем сведения о месте в сообществе по нескольким направлениям. Первое, связанное с кормом этого животного. Что ест лягушка, в каких количествах, как это изменяет состав животных на данном участке, как это влияет на состав и количество растений? Простые вопросы, но при подробных ответах на них и при достаточной собранной информации можно узнать, что головастики поедают множество личинок и куколок кровососущих комаров, а с выходом на берег молодые лягушата продолжают эту работу, уже поедая взрослых комаров. Разобравшись с кормовыми рационами лягушек (по литературным данным), можно на этом основании представить себе, к чему приводит уменьшение количества тлей, мух и множества других насекомых, составляющих корм лягушки.

Второе направление наших исследований может быть связано с поеданием самих лягушек. Количество животных, питающихся лягушками в наших краях, очень велико. Здесь могут быть выделены специфические группы потребителей лягушек. Например, работа на тему: «Птицы – потребители лягушек»; «Рыбы – потребители лягушек и головастиков», или «Звери, поедающие лягушек». Эти примеры не исчерпывают список, потому что лягушек едят и рептилии, да и сами лягушки, те, что покрупнее, вполне могут проглотить своего мелкого сородича. Особенно этим отличаются крупные зеленые лягушки: озерная и прудовая. Они часто съедают головастиков и молодь как свою собственную, так и других видов.

Так и получается, что наша лягушка не только занимает определенное место в наших сообществах, но и участвует в определенной работе по перемещению вещества.

Об использовании человеком лягушек тоже можно найти немало сведений. Начать поиски такого материала можно с исторических работ. Самое древнее применение лягушек – пищевое. Занятно выяснить, каких лягушек едят, как и когда это началось, охотятся ли за ними или разводят в питомниках, узнать о свойствах лягушачьего мяса, и о способах его приготовления, и о блюдах, в которых используется этот компонент.

Второе и тоже давнее и широкое применение лягушек – в медицинских целях. Здесь можно выяснить, в каких опытах чаще всего участвуют лягушки, какие медицинские и биологические тайны открыты с их помощью, продолжается ли «научная работа» этих амфибий в настоящее время. Не секрет, что лягушек закупают определенные учебные заведения, с какой целью они это делают. Известно кое-что и о благодарности человечества этому животному. В чем выражается такая благодарность. Особенно актуальна в настоящее время новая функция лягушек – биологическая индикация с их помощью опас-

ных веществ, накапливающихся в природе из-за действий человека. Здесь уже очень много литературных источников, и тема такого исследования будет весьма актуальна.

Еще одно древнее применение лягушек – в качестве приманки на охоте или рыбалке. Есть даже такое старое применение этих амфибий, как охлаждающего компонента в кринке с молоком. Здесь полезно бы выяснить, что больше сохраняет молоко, холодная лягушка или дезинфицирующие свойства ее кожной слизи, а также и то, какие виды лягушек для этого применяются.

Сведения об этих животных можно найти не только в научной литературе, но и в гораздо более занимательной, художественной. Здесь тоже возможно исследование и даже в нескольких направлениях. Лягушка выступает в виде доброго героя, но где-то она исполняет и роль злого. Кто-то попытается выяснить, как часто лягушка становилась героем сказок или басен. Можно оценку частоты использования лягушек вести в сравнении с другими животными. Кроме литературных, существуют еще и художественные портреты лягушек в виде живописи, графики и даже скульптуры. Эту тему также еще никто не исследовал.

О будущем каждого из наших видов амфибий. Эту проблему необходимо рассматривать уже теперь, так как будущее животных и человека взаимосвязано. Можно задать следующими вопросами: увеличит ли оно число особей или уменьшит, или некоторые виды исчезнут, или они изменят свой облик. Учитывая современную обстановку, определите, что готовит будущее, например, для амфибий? Предыдущая информация уже дает возможность некоторого прогноза. Если нагрузка на этих амфибий невелика, а участие их в жизни местных биоценозов настолько важно, что их просто никто не может заменить, то можно надеяться на продолжительную историческую жизнь остромордой лягушки. Однако человек сильно преобразует все окрестные местообитания, и все живое вынуждено приспосабливаться к новому их строению, химическому и иному составу. Какие-то виды не могут приспособиться к таким изменениям и исчезают. Наша лягушка, как мы знаем, система открытая и первая принимает на себя опасные воздействия для человека. В то же время амфибии зависимы, прежде всего, от влажности среды, и если влажность имеет тенденцию возрастать, то места пригодные для обитания лягушек станут расширяться. Тенденцию с увлажнением территории региона (например, Западной Сибири) можно оценить по метеопрогнозам.

Изменение облика, изменение морфологии может означать уменьшение или увеличение размеров тела, или изменение соотношений его частей. Такие перемены могут быть связаны с самыми различными воздействиями. На эту тему также существует определенная литература, а оттолкнувшись от нее, можно включить и собственную фантазию. Главное в том, что будущие невероятные картинки должны быть хорошо аргументированны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы рассмотрели возможности проведения школьниками исследовательских и даже научно-исследовательских работ. Выяснилось, что незначительность и даже отсутствие приборного и лабораторного обеспечения не препятствуют деятельности такого рода. Множество работ можно проводить не в стенах школы, а прямо в окружающей среде, используя методы натуралистов XIX–XX века и получая новые, неизвестные науке результаты, дополняя уже известные сведения о строении и экологических правилах живого мира.

Кроме того, очевидно, что учитель биологии вполне может квалифицированно направлять исследования своих подопечных, помогая им как в планировании исследований, так и в осмыслении и обработке полученных материалов. Немаловажным является и то, что педагог, знакомый с биологической литературой, может направлять библиографический поиск ученика, тем самым встраивая его опыты исследования в общую канву уже добытых наукой человеческих знаний. Появляется осмысленность и глубокое значение работы учащихся.

Естественно, что результаты таких исследований становятся дидактическим материалом в процессе обучения биологии. Они будут особенно ценны учениками, так как

получены не какими-то большими и неизвестными им учеными, а их сверстниками, да еще на хорошо знакомых объектах и в знакомых им с детства окрестностях дома, деревни, города. Такой материал получает дополнительный краеведческий и патриотический оттенок.

Самое же ценное в таких работах – это появление навыков в том, как поставить задачу, сформулировать гипотезу, как распланировать ход ее решения. Появление навыков неуклонного движения к цели, преодоление препятствий на этом пути, а мы видели, что путь научного поиска непрост, пригодится ученику в будущих разнообразных жизненных ситуациях. Немаловажно и то, что школьник обучается на собственных наблюдениях проследить логику событий, выстраивать систему доказательств и на их основе формулировать закономерности наблюдаемых природных процессов. Само новое знание в этом случае может и не иметь большого значения в будущей жизни ребенка. Не велика вероятность, что он станет герпетологом, да и зачем такое большое количество герпетологов нашей стране. Важнее то, что вырастет человек со своими взглядами на мир, умеющий понимать события, происходящие вокруг него, анализировать и прогнозировать их. В современном мире так важна самостоятельность, упорство, умение осознанно выстроить свою биографию.