

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П.
АСТАФЬЕВА»

ФАКУЛЬТЕТ БИОЛОГИИ, ГЕОГРАФИИ И ХИМИИ

КАФЕДРА БИОЛОГИИ, ХИМИИ И ЭКОЛОГИИ

ГОМАНЕЦ ОЛЕГ РОМАНОВИЧ

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ В НОУ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ**

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями
подготовки)

Направленность (профиль) образовательной программы: биология и химия

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой д.б.н., профессор

Антипова Е. М. _____

(дата подпись)

Руководитель д.б.н., доцент

Городилова С.Н. _____

(дата подпись)

Дата защиты _____

Обучающийся Гоманец О.Р.

(дата подпись)

Оценка _____

(прописью)

Красноярск, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА I. ВЫБОР МЕТОДОВ ИЗУЧЕНИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ И ИХ КРИТЕРИИ ОТБОРА.....	7
1.1 Критерии выбора методов.....	7
1.2 Методы для изучения беспозвоночных животных.....	12
ГЛАВА II. ПОСОБИЕ «МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ»	17
2.1 Краткое описание пособия.....	17
2.2 Обзор глав.....	18
ГЛАВА III. РЕАЛИЗАЦИЯ ПОСОБИЯ В НОУ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ.....	44
3.1 НОУ в современной школе.....	44
3.2 Применение учебного пособия при написании научно-исследовательских работ на базе МАОУ «Лицей №7» г. Красноярск.....	46
ВЫВОД.....	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	54

ВВЕДЕНИЕ

В современном образовании большая роль отводится научно-исследовательской деятельности обучающихся. Такой вид деятельности получил широкое распространение в школе и вызывает интерес как у преподавателей, так и обучающихся различных возрастов. Во многих образовательных учреждениях действуют научные общества учащихся, ежегодно проводятся конкурсы исследовательских работ, школьные конференции [Брагинский, 1997].

Развитие образования диктует и новые подходы в организации деятельности учащихся на уроках и во внеурочное время. Технология классно-урочной системы на протяжении столетий оказывалась наиболее эффективной для массовой передачи знаний, умений, навыков молодому поколению. Происходящие в современности изменения в общественной жизни требуют развития новых способов образования, педагогических технологий, нацеленных на индивидуальное развитие личности, творческую инициативу, навыка самостоятельного движения в информационных полях. Сегодня учитель формирует у обучающегося универсальные умения ставить и решать задачи для разрешения возникающих в жизни проблем [Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. 2010]. Акцент переносится на воспитание подлинно свободной личности, на формирование у детей способности самостоятельно мыслить, добывать и применять знания, тщательно обдумывать принимаемые решения и четко планировать действия, эффективно сотрудничать в разнообразных по составу и профилю группах, быть открытыми для новых контактов и культурных связей [Федеральный закон от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»]. Это требует широкого внедрения в образовательный процесс альтернативных форм и способов ведения образовательной деятельности.

Этим обусловлено введение в образовательный процесс методов и технологий на основе исследовательской деятельности обучающихся [Сырцева 2004].

На данный момент не существует единого комплекса методик изучения животных для общеобразовательных учреждений. Однако работы в этой области ежегодно представляются обучающимися. Проблема большинства таких работ заключается в их узкой направленности. К примеру работа «Морфология паукообразных г. Красноярск», в ней отражен только один аспект изучения биологии – морфология. Другие же критерии вида, такие как анатомия, численность, экология, этология, попросту не рассматриваются. Из-за чего теряется вся актуальность работы, ведь только данные о внешнем строении могут дать совсем немного, а значит в такой работе практически нет научности, одного из основных критериев современных школьных научно-исследовательских работ. Создание сборника, в котором будут собраны методики изучения беспозвоночных животных в разных аспектах (морфология, анатомия, численность, экология, этология) поспособствует выведению научно-исследовательских обучающихся на новый уровень научности, так как позволит рассмотреть множество видовых характеристик используя заранее отработанные методики.

Знание арсенала методов помогает, ориентироваться в их многообразии и подбирать метод в соответствии с целью и задачами исследования, что несомненно поможет исследователю более полно изучить объект и в дальнейшем обработав полевые и камеральные данные сделать правильные выводы и выделить определенные закономерности природы.

Таким образом, актуальность темы обусловлена необходимостью выведения научно-исследовательских работ обучающихся общеобразовательных организаций на более высокий уровень научности, что является одним из требований ФГОС, а также, созданием единого методологического аппарата изучения беспозвоночных животных в рамках школьных НИР.

Цель: разработка пособия по научным методам для изучения беспозвоночных животных в рамках НОУ общеобразовательных учреждений.

Задачи:

- 1) Разработать критерии отбора методик для применения в общеобразовательных учреждениях;
- 2) Создать пособие по изучению беспозвоночных животных и методам и исследования для НОУ;
- 3) Реализовать пособие при написании научно-исследовательских работ в НОУ на базе МАОУ «Лицей №7» г. Красноярск.

Объектом исследования: НОУ общеобразовательных учреждений с использованием методик изучения беспозвоночных животных.

Предмет исследования: является сборник методик по изучению беспозвоночных животных.

Методы исследования: анализ и синтез литературы, постановка эксперимента, индукция, дедукция.

Апробация:

1. Написание научно-исследовательских работ обучающимися 7-х классов МАОУ «Лицей №7». Все работы прошли защиту на школьной научно-практической конференции и получили дипломы разных степеней: 1 диплом первой степени, 3 диплома второй степени, 1 диплом третьей степени.

2. Выполнена научно-исследовательская работа по теме «Видовой состав насекомых г. Красноярск» ученицей 9г класса, МАОУ «Лицей №7» Ширяевой Варварой. Исследование отражает видовой состав насекомых, описанный по фактическим встречам в разных районах города, и имеет большой потенциал для дальнейшего развития. Работа была представлена на конференции «БиоЭко» и получила диплом 2 степени.

3. Выступление на научно-практической конференции «Биоэко», проведенной в рамках XIII международного форума «Молодежь и наука» на тему:

«Биоразнообразии в рамках научно-исследовательской деятельности обучающихся» и получил дипломом 1 степени.

4. Публикация статей:

- Гоманец А.С., Гоманец О.Р. Биоразнообразии в рамках научно-исследовательской работы // Современные биоэкологические исследования Средней Сибири: материалы научно-практической конференции «БИОЭКО» в рамках XXIII Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века» Красноярск, 2022 г. [Электронный ресурс] / отв. ред. Е.М. Антипова; ред. кол. Электрон. дан / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2022 (в печати);
- Гоманец О.Р., Ширяева В. В. Биоразнообразии насекомых г. Красноярска // Современные биоэкологические исследования Средней Сибири: материалы научно-практической конференции «БИОЭКО» в рамках XXIII Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века» Красноярск, 2022 г. [Электронный ресурс] / отв. ред. Е.М. Антипова; ред. кол. Электрон. дан / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2022 (в печати).

ГЛАВА I. ВЫБОРКА МЕТОДИК ИЗУЧЕНИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

1.1 Критерии отбора методик

Сегодня все шире внедряются в образовательный процесс методы и технологии на основе проектной и исследовательской деятельности обучающихся.

Исследовательская работа в школе переживает новый этап своего развития и представляет собой одно из направлений модернизации образования. При этом чаще всего научно-исследовательская работа ведется по инициативе учителя. Именно учитель выступает как организатор и руководитель ученических исследований и соответственно несет ответственность за результаты работы [Бруднова, 1996].

Деятельность подобного рода требует от педагогов специальных дополнительных знаний и опыта в научной деятельности, поэтому многие сталкиваются с определенными трудностями. Между тем, исследовательская работа школьников получила широкое распространение в современной школе [Васильев, 2000]. Во многих образовательных учреждениях действуют научные общества учащихся, ежегодно проводятся конкурсы исследовательских работ, школьные конференции.

Научно-исследовательская деятельность обучающихся — деятельность учащихся, связанная с решением творческой, исследовательской задачи с заранее неизвестным решением, и предполагающая наличие основных этапов, характерных для исследования в научной сфере, постановку проблемы, изучение теории, посвященной данной проблематике, подбор методик исследования и практическое овладение ими, сбор собственного материала, его анализ и обобщение, научный комментарий, собственные выводы. Любое исследование, неважно, в какой области естественных или гуманитарных наук оно выполняется, имеет подобную структуру. Такая цепочка является неотъемлемой

принадлежностью исследовательской деятельности, нормой ее проведения [Криволапова, 2003].

В контексте школьного курса биологии целесообразно будет проводить исследования в области биоразнообразия животных, так как данная тематика обладает возможностью варьировать конкретными темами исследования, легко побуждает интерес у обучающихся и представляет высокую научную ценность для зоологического сообщества.

Биоразнообразие (биологическое разнообразие) — разнообразие жизни во всех её проявлениях, а также показатель сложности биологической системы, разнокачественности её компонентов [Городилова С.Н., Лябов И.Ю, 2021]. Работа по данному аспекту биологии должна включать: характеристику видового состава исследуемой группы животных, морфо-анатомические особенности как отдельной особи, так и всей группы, экологические аспекты изучаемого вида, географические параметры (ареал). Следовательно, методики лабораторных исследований, полевой и камеральной обработки должны быть направлены на сбор данных выше перечисленных компонентов понятия «биоразнообразие».

Проанализировав содержание научно-исследовательских работы по разделу «Беспозвоночные животные», взятых из открытых источников сети Интернет и представленных на школьной научно-практической конференции в МАОУ «Лицей №7» г. Красноярск, мною были выделены основные критерии, характеризующие современную научно-исследовательскую работу обучающегося общеобразовательных учреждений. К ним относятся: доступность средств и методов изучения, научность, апробированность.

- Доступность материально-технической базы исследования, а также средств и методов, обуславливается в первую очередь тем, что далеко не все образовательные учреждения имеют в своем распоряжении научно-техническое оборудование. Чаще всего, школы оснащены базовым комплектом материально-технических средств: микроскопы, лупы,

бинокляры, чашки Петри, пробирки, колбы, и т.п. Из-за этого большинство методов изучения беспозвоночных животных недоступны обучающимся школы. Поэтому, методики, которые войдут в состав пособия, должны быть общедоступными. Они не должны включать в себя использование редкого и (или) дорогостоящего оборудования. Вся материально-техническая база для изучения биоразнообразия беспозвоночных животных должна быть легко доступна и понятна обучающимся средней школы. Это уже хорошо им знакомое оборудование (микроскопы, пробирки, банки и т.п) или несложные в самодельном создании и эксплуатации приборы (сачок из рыболовной сети или капроновых колготок, «аквариум» из банки объемом 3-5 л, и д.р).

- Под научностью принято понимать следующее: соответствие критериям научного знания, а именно упорядоченности, обоснованности и практической эффективности тех или иных утверждений, соответствие научной методологии, наличие практического или теоретического способа проверки утверждения [Саламатов, 1990]. Это является одним из основных критериев написания научно-исследовательской работы в современной школе согласно ФГОС. Именно по этому, при изучении биоразнообразия важно опираться на уже имеющиеся научные данные и методики исследования. Разработка собственных методик и модернизация уже имеющихся разумеется имеет место быть, однако работы, выполненные таким образом, будут нести меньше научности для зоологического общества, так как предоставляют данные, полученные по ранее не проверенным методикам.
- Также, одним из важных аспектов в выборе методов изучения является и то, что они должны быть уже апробированными. То есть, в свободном доступе уже должны иметься данные, полученные этими методами. В противном случае, убедиться в работоспособности и объективном получении данных с использованием такой методики не представляется возможным. Апробированными данные методики должны быть с целью во-первых,

подтверждения их эффективности, во-вторых, как доказательство реального практического применения в рамках научно-исследовательской работы.

Стоит отметить и ряд других критериев, выдвинутых на основе анализа методической литературы по полевой и камеральной обработке беспозвоночных. К ним относятся: эффективность, легкость в освоении, гуманность.

- Эффективность - критерий необходимый любому научному методу познания мира, так как использование устаревших методов, или тех, чья неэффективность была доказана, приведет к отсутствию у научно-исследовательской работы научной значимости [Пиявский, 2001]. При анализе научно-исследовательских работ пристального внимания заслуживает список литературных источников. Зачастую там можно обнаружить методические пособия и практикумы 90-х, 80-х, 70-х и даже 60-х годов. Безусловно, далеко не все из них утратили своего практического значения и по сей день. Однако практически все они были усовершенствованы современными исследователями и дополнены справочной информацией. В частности, это касается методик камеральной обработки, так как в наше время возросла доступность базового оборудования и появились новые технологии сбора и анализа данных. Поэтому, с целью увеличения эффективности используемого метода (получения большего количества точных данных о группе организмов) следует использовать литературные источники, опубликованные не ранее 2010 года.
- Легкость в освоение. Этот критерий был выдвинут на основе сезонности сбора беспозвоночных животных. Как правило, применение методов полевой обработки строго привязано ко времени года. Качественные пробы из водоема не получится взять зимой, как и пробы почвы. Из этого следует, что обучающийся должен в короткие сроки освоить методы полевой обработки и собрать достаточное для камеральных исследований количество материала. После чего, обучающемуся, также в короткие сроки,

необходимо провести максимально точные, а главное объемные в рамках аспектов биоразнообразия, лабораторные исследования: определить особенности морфологии, экологии и видовой состав собранных особей. Затем необходимо оформить работу в соответствии с критериями, предъявляемыми положением о проведении конференции и подготовиться к защите. На освоение самой методики остается совсем немного времени, а значит она должны быть максимально лаконична, понятна и легка в освоении. Также стоит учитывать отсутствие у обучающихся, и не редко у преподавателя, навыков владения узкоспециализированным оборудованием для изучения беспозвоночных животных и знаний специфики узкопрофильных методик.

- У понятия «гуманизм» существует несколько значений. Гуманизм как мировоззрение включает ценности, получившие название общечеловеческих: человеколюбие, свобода и справедливость, достоинство человеческой личности, трудолюбие, равенство и братство, коллективизм и интернационализм и др. Гуманность – это качество личности, представляющее собой совокупность ее нравственно-психологических характеристик, выражающих осознанное отношение к человеку как к высшей ценности. Гуманное отношение к животным - это действия, которые отвечают требованиям защиты животных от жестокого обращения и предусматривающие доброжелательное отношение к животным, содействие их благу, улучшение качества их жизни и т.п [Леонтович. 1999]. Все эти понятия имеют огромное значение в современном образовании. Несмотря на то, что изучения животного мира невозможно без сбора коллекций, изучения негативных факторов среды и постановки опытов, необходимо сделать все возможное, чтобы большинство методик по изучению беспозвоночных животных в школе носили гуманистический характер. Нужно отобрать такие методики, при использовании которых, обучающиеся нанесут минимальный ущерб отдельным особям, группам животных и экологическому состоянию биотопа.

Исходя из проведённого анализа, основными критериями для отбора методик изучения беспозвоночных животных в рамках научно-исследовательской деятельности обучающихся общеобразовательных учреждений, являются: гуманность, легкость в освоении, эффективность, апробированность, научность и доступность.

1.2 Отбор методик

Для научно-исследовательской работы обучающихся при выборе исследовательской группы беспозвоночных животных необходимо правильно подобрать методы исследования из специализированных источников литературы (табл. 1).

Таблица 1 — Литературные источники для выбора методов по исследованию беспозвоночных животных при научно-исследовательской деятельности обучающихся

Группа беспозвоночных	Литературные источники
Простейшие	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="566 1205 1457 1406">1. Рупперт Э.Э., Фокс Р.С., Барнс Р.Д. Зоология беспозвоночных: функциональные и эволюционные аспекты. Т. 1. Протисты и низшие многоклеточные. М., 2008. 484 с. <li data-bbox="566 1429 1457 1630">2. Городилова С.Н., Лябов И.Ю. Протисты водоемов города Красноярска: некоторые аспекты биологии и экологии: учебное пособие. Краснояр. гос. пед, ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2021. 222 с.
Кишечнополостные	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="566 1659 1457 1861">1. Рупперт Э.Э., Фокс Р.С., Барнс Р.Д. Зоология беспозвоночных: функциональные и эволюционные аспекты. Т. 1. Протисты и низшие многоклеточные. М., 2008. 484 с.
Плоские черви	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="566 1888 1457 2029">1. Зоология беспозвоночных: в 2 т. под ред. В. Вестхайде и Р. Ригера. Т. 1: от простейших до моллюсков и артропод. М: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 512 с.

Круглые черви	<ol style="list-style-type: none"> 1. Догель В. А. Зоология беспозвоночных: Учебник под редакцией Ю. И. Полянского. 8-е изд. М. 2015. 246 с. 2. Рупперт Э. Э., Фокс Р. С., Барнс Р. Д. . Зоология беспозвоночных: функциональные и эволюционные аспекты. Т. 4: Циклонейралии, Щупальцевые и Вторичноротые. М.: Издат. центр «Академия», 2008. 352 с.
Кольчатые черви	<ol style="list-style-type: none"> 1. Догель В. А. Зоология беспозвоночных: Учебник под редакцией Ю. И. Полянского. 8-е изд. М. 2015. 246 с. 2. Зоология беспозвоночных: в 2 т. под ред. В. Вестхайде и Р. Ригера. Т. 1: от простейших до моллюсков и артропод. М: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 512 с.
Моллюски	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гнездов С.Р. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛЛЮСКОВ ПРЕСНЫХ И СОЛОНОВАТЫХ ВОД. М. 2018. 25с. 2. Ашихмина, Т. Я. Школьный экологический мониторинг: учебно-методическое пособие. Т. Я. Ашихмина. М.: АГАР, 2000. 385 с 3. О. А. Скарлато, Я. И. Старобогатов, Н. И. Антонов. Методы. Под ред. Г. Л. Шкорбатова, Я. И. Старобогатова. Л: ЗИН. 1990. 205 с.
Членистоногие	<ol style="list-style-type: none"> 1. Актуальные проблемы изучения ракообразных. Сборник тезисов и материалов докладов научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Николая Николаевича Смирнова. Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, 17–20 мая 2018 г. – Ярославль: Издательское бюро “Филигрань”, 2018. 164 с. 2. Тишечкин Д.Ю. ИЗУЧЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ НАСЕКОМЫХ, ПАУКОВ И КЛЕЩЕЙ, РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ ИХ ДИАГНОСТИКИ. М. 2016 г. 238 с. 3. Ашихмина, Т. Я. Школьный экологический мониторинг: учебно-методическое пособие. Т. Я. Ашихмина. М.: АГАР, 2000. 385 с 4. Догель В. А. Зоология беспозвоночных: Учебник под редакцией Ю. И. Полянского. 8-е изд. М. 2015. 246 с.

В результате анализа литературы были выбраны некоторые методы для исследования беспозвоночных животных как в естественной среде жизни, так и для лабораторных исследований.

Перечень методик, вошедших в пособие:

- Простейшие: наблюдение в живом состоянии микрокопированием, наблюдение в микроскоп с фиксацией методом «висячей капли», сбор планктонной сеткой или сачком, выжимки влажных субстратов.
- Кишечнополостные: сбор планктонной сеткой или сачком, имитация естественных условий с помощью аквариума, наблюдение.
- Плоские черви: сбор с помощью марлевых сочков или ловушек, имитация естественных условий с помощью аквариума, наблюдение.
- Круглые черви: взятие и осаждение почвенных проб, Метод Оостенбринка, метод сита Кобба, термическая фиксация нематод, анализ продуктов жизнедеятельности на предмет паразитических червей, «земляной аквариум».
- Кольчатые черви: метод О'Коннора, наблюдение в «Вермиферме», выгонка формалином.
- Моллюски: сбор донной фауны, метод площадок с уложенными на дно или плавающими рамками, спиртовые или «сухие» коллекции, имитация естественных условий с помощью аквариума, наблюдение, метод пропускания воды через жаберный аппарат, анализ годовых колец.
- Членистоногие: пассивный (с помощью раколовок) и активный (сачком или ручной сбор с использованием легководолазного снаряжения), подсчет биотопной численности через площадь, синантропный сбор, ручной и ловушечный сбор, создание «сухой» (на энтомологических булавках, ацетонная обработка) и спиртовой коллекций, энтомологическое кошение, почвенное сито,

ловчие пояса и ямы, светоловушки и пищевые ловушки, создание коллекций на ватных слоях (матрасиках), в смонтированном виде на энтомологических булавках и в консервирующих жидкостях.

Все методы, изученные по представленным выше литературным источникам (см. табл. 1), были апробированы с обучающимися МАОУ «Лицей №7» г. Красноярска в период с ноября 2020 по март 2022 года. Сборы образцов проводились в дневное и вечернее время (13:00 – 18:00) в различные погодные условия, не реже двух раз в неделю. На карте отмечены места полевых исследований.

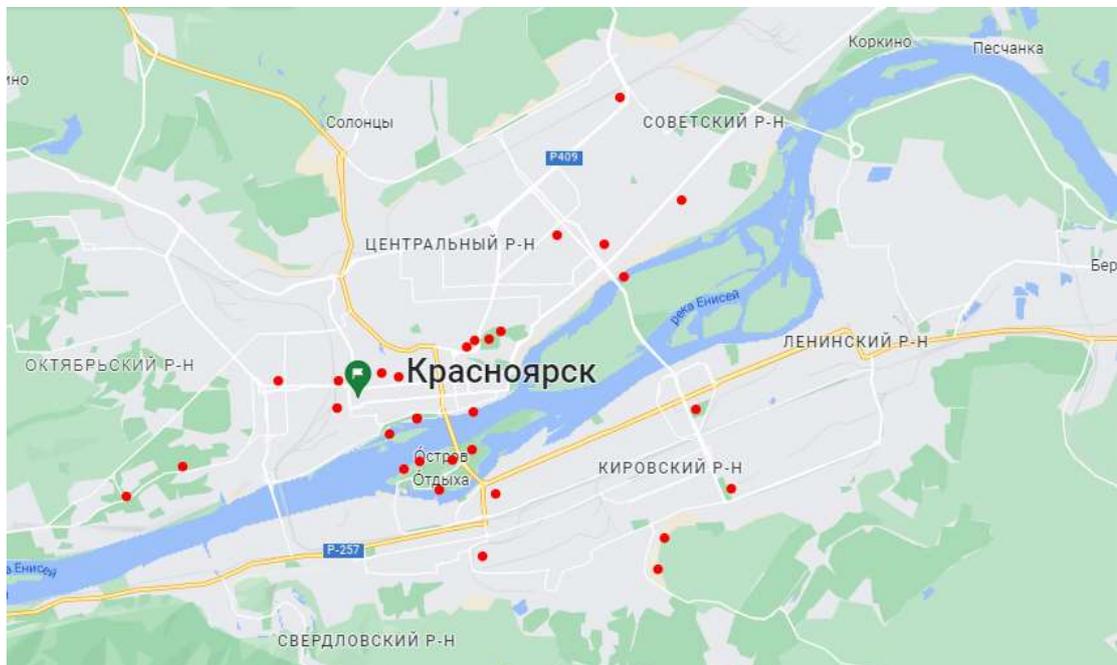


Рисунок 1 — Карта полевых исследований беспозвоночных животных на территории окрестностей г. Красноярска, 2020-2022 гг.

В ходе апробации выше перечисленных методик были получены данные, которые практически не отличаются от данных, описанных в ВКР последних лет студентов КГПУ им. В.П. Астафьева в рамках явления «Биоразнообразие», информации из открытых источников, с сайтов «Роев ручей», «Эко-парк Гремячая грива», и литературных источников о видовом составе и зоологических характеристиках беспозвоночных животных Средней Сибири. Из чего можно

сделать вывод, что эти методы подходят по критериям «эффективность» и «апробированность».

Также, все методики полевой обработки были реализованы за короткий срок (осень и весна), а методы лабораторных исследований и камеральной обработки реализовывались на протяжении всего времени апробации. Группа обучающихся состояла из: 4 учеников 7 класса, 2 учеников 8 класса, 4 учеников 9 класса. Факт проведения апробации и сбора данных по всем методикам, которые представлены в сборнике, доказывает их доступность и легкость в освоении.

Создание коллекций хоть и прописано в сборнике, однако применять его следует, только при острой необходимости. Способы их создания также были апробированы, однако, это было сделано только с целью проверки эффективности и возможности реализации данных методик. Изучение биоразнообразия возможно проводить с помощью фотосъемки и наблюдения за живыми организмами в естественной и искусственной средах. Для этого были отобраны методики создания «аквариумов», которые доказали свою эффективность, так как с помощью них были собраны данные о этологии, экологии и морфологии беспозвоночных, которые совпадали с данными из литературных источников. Большинство представленных методов подходят под критерий «гуманизм».

Все описанные в пособии методики были взяты и проанализированы из научной литературы, ВКР, журналов и т.п. В свободном доступе были найдены данные исследователей, которые были получены изучаемым методологическим аппаратом. Все они соответствуют критериям научного знания, а именно упорядоченности, обоснованности и практической эффективности тех или иных утверждений, соответствие научной методологии, наличие практического или теоретического способа проверки утверждения. Следовательно, критерий «научность» соблюдается.

Все методы, собранные в пособие, соответствуют заявленным и описанным ранее критериям.

ГЛАВА II. ПОСОБИЕ «МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ»

2.1 Содержание пособия

В пособие вошли разделы по всем типам беспозвоночных животных за исключением групп «Губки» и «Иглокожие». Изучение первых затруднено преимущественно трудностями сбора исследуемого материала, а также, практическим отсутствием теоретического материала в школьном курсе биологии. Вторая из представленных выше групп не включена в пособие по причине невозможности сбора достоверной, а главное в достаточной мере апробированной информации о методах полевой и камеральной обработки, ввиду малочисленного распространения на территории г. Красноярска, где проходила «проверка» всех методик.

Тип «Членистоногие» был разделен на три класса: ракообразные, насекомые и паукообразные. Это обуславливается различными методиками изучения и большим видовым состав данных классов беспозвоночных животных.

Помимо методик проведения лабораторных исследований, полевой и камеральной обработки, в пособии приведены данные о современной систематике группы «Беспозвоночные животные».

Также, содержится краткая характеристика всех представленных групп животных. Упор в ней делается преимущественно на морфологические особенности группы.

Морфология (в биологии) изучает как внешнее строение (форму, структуру, цвет, образцы) организма, таксона или его составных частей, так и внутреннее строение живого организма (например, морфология человека). Подразделяется на наружную морфологию (или эйдономию) и внутреннюю морфологию (или анатомию). Морфология отличается от физиологии тем, что последняя изучает в первую очередь функционирование организма [Догель, 2015].

Также применяется термин «общая морфология», который указывает на известные или главные отличительные стороны организма или морфологии таксона. Описание общей морфологии организма могло бы включать, к примеру, его форму, главные цвета, основную расцветку и т. д., но не мелкие детали. Большинство таксонов отличаются от других по морфологическим признакам. Как правило, близкие таксоны имеют гораздо меньше отличий, чем более удалённые, связанные с ними, но есть и исключения из этого. Однако ненадёжность опоры только на морфологические данные заключается в том, что при анализе ДНК двух групп морфологически отличающихся организмов может оказаться, что все они принадлежат к одному виду. И наоборот, иногда не связанные таксоны оказываются одинаковыми по внешнему виду путём конвергентной эволюции или даже путём мимикрии [Зоология беспозвоночных: в 2 т. под ред. В. Вестхайде и Р. Ригера. 2008].

2.2 Краткий обзор глав

В качестве общего обзора содержание пособия, предлагается ознакомиться с оглавлением, для понимания общей концепции:

ВВЕДЕНИЕ

- Предназначено для ознакомления читателя с основными целями использования пособия.

РАЗДЕЛ 1. Беспозвоночные животные

1.1. Систематика беспозвоночных животных

1.2. Значение беспозвоночных животных

- Данная глава помогает читателю вспомнить основные положения общей систематики беспозвоночных животных. Также, здесь описывается значение представленной группы, которые можно использовать для подтверждения или формулирования актуальности научно-исследовательской работы обучающегося.

- Данную главу может использовать и учитель, для формирования примерного перечня тем научных исследований в школе, в рамках раздела «Беспозвоночные животные».

РАЗДЕЛ 2. Тип Простейшие

2.1. Систематика Простейших

2.2. Полевые и лабораторные методы изучения

2.3. Общая характеристика

- Здесь, содержится описание современной систематики группы «Простейшие», методология лабораторного изучения, полевой и камеральной обработки одноклеточных беспозвоночных.
- Кратко изложена основная характеристика протистов, с опорой на школьный курс биологии.

РАЗДЕЛ 3. Тип Кишечнополостные

3.1. Систематика Кишечнополостных

3.2. Методы изучения кишечнополостных

3.3. Общая характеристика

- Тип «Кишечнополостные» обладает достаточно четкой систематикой. Это отчасти объясняет отсутствие «расхождений» и таксономических группах данных животных в современном научном сообществе и школьной программе.
- Больше внимание уделено методика лабораторного исследования абиотических факторов на жизнедеятельность пресноводной гидры.
- Общая характеристика представлена базовыми знаниями о морфологии, и дополненными из научной литературы данными о жизненных циклах «Кишечнополостных».

РАЗДЕЛ 4. Тип Плоские черви

4.1. Систематика Плоских червей

4.2. Методы изучения Плоских червей

4.3. Общая характеристика

- Систематика данной группы представлено с опорой на школьный курс биологии, ввиду трудности идентификации обучающимися более специфичных признаков деления на систематические таксоны.
- В основе методик сбора особей заложено понятие «станция», а также, подробно описаны правила хранения живых плоских червей в лабораторных условия, для дальнейшей камеральной обработки, изучения морфологии и экологии.
- Представлена характеристика типа с использование данных из школьных учебников и данные о жизненных циклах взятых из пособий по паразитологии.

РАЗДЕЛ 5. Тип Круглые черви

5.1. Систематика Круглых червей

5.2. Методы изучения Круглых червей

5.3. Общая характеристика

- Систематизация круглых червей до сих пор остаётся открытой и вызывает в научном сообществе множество дискуссий. Поэтому, в пособии представлена как устаревшая, но все используемая в школьном курсе, так и современная, основания на генетических исследованиях.
- В качестве методики полевого сбора используется как общая – почвенные сборы, так и частная - метод Оостенбринка. Описан способ фиксации нематод, и способ сбора паразитических форм.

- Представлена характеристика типа с использованием данных из школьных учебников. Информация о размножении и развитии, экологии круглых червей раскрыта подробнее.

РАЗДЕЛ 6. Тип Кольчатые черви

6.1. Систематика Кольчатых червей

6.2. Методы изучения Кольчатых червей

6.3. Общая характеристика

- Систематика кольчатых червей рассмотрена до семейств. В ее основе лежат современные представления о морфологии.
- В качестве методики полевого сбора представлен метод О'Коннора. Для проведения лабораторных исследований подробно описан план сбора «Вермифермы» и техника ее эксплуатации. Методика выгонки формалином, описанная в пособии, представляет собой единственный метод, позволяющий выявить и хотя бы примерно определить численность червей, обитающих в трещинах известняков.
- Общая характеристика представлена с опорой на школьный курс и дополнена современными представлениями о эволюционном происхождении кольчатых червей.

РАЗДЕЛ 7. Тип Моллюски

7.1. Систематика Моллюсков

7.2. Методы изучения Моллюсков

7.3. Общая характеристика

- Систематика моллюсков традиционно основывалась на внешних признаках раковины, что позволяло определять их достаточно легко. Однако в последние 20-30 лет многие ученые стали считать эти признаки недостаточными и выделять новые виды на основе строения

радулы (соскребательного аппарата) и внутренних половых органов. При этом число видов в несколько раз возросло, а определять их по внешним признакам стало крайне затруднительно. Наиболее широкомасштабная работа по разработке системы классификации пресноводных улиток проходит в России под руководством акад. Я.И. Старобогатова. Именно систематика основанная на данной работе представлена в пособии.

- В методиках полевого сбора подробно описаны способы установления ловушек, наблюдения за живыми организмами, применение драг. Описаны методы создания спиртовых и сухих коллекций, необходимые опыты для лабораторного изучения процессов жизнедеятельности.
- Краткая характеристика представлена в основном школьным материалом по теме «Моллюски» с незначительными дополнениями.

РАЗДЕЛ 8. Тип Членистоногие. Класс Ракообразные

8.1. Систематика Ракообразных

8.2. Методы изучения Ракообразных

8.3. Общая характеристика

- Ракообразные - многочисленная и многообразная группа в основном водных членистоногих. К ним относится около 40 тыс. современных видов. Для современных ракообразных обычно используется следующая классификационная в которой класс Crustacea делят на пять подклассов. Она и представлена в пособии.
- В методиках описаны два основных способа лова раков: пассивный (с помощью раколов) и активный (сачком или ручной сбор).
- Общая характеристика представленная в школьном курсе расширена современными научными представлениями об особенностях

организменного и биогеоценотического уровней организации представителей как отдельных видов, так и всего класса в целом.

РАЗДЕЛ 9. Тип Членистоногие. Класс Паукообразные

9.1. Систематика Паукообразных

9.2. Методы изучения Паукообразных

9.3. Общая характеристика

- Систематика рассмотрена до отряда, так как видовой состав данного класса очень обширный.
- Описаны необходимость и методика изучения синантропных и «диких» видов. Представлены способы полевого сбора и камеральной обработки, на примере методики русского врача Н. Н. Новикова.
- Общая характеристика представленная в школьном курсе расширена современными научными представлениями об особенностях организменного и биогеоценотического уровней организации представителей как отдельных видов, так и всего класса в целом.

РАЗДЕЛ 10. Тип Членистоногие. Класс Насекомые

10.1. Систематика Насекомых

10.2. Методы изучения Насекомых

10.3. Общая характеристика

- Систематика класса, представленная в различных работах, отражает разные взгляды их авторов и является дискуссионной. Внутри класса насекомых обосновано выделение клад (подклассов) *Archaeognatha* и *Dicondylia* (*Zygentoma* + *Pterygota*). На основе этого представления в пособии указана соответствующая систематика.

- Особое внимание уделено изготовлению лабораторного и полевого оборудования. Подробно рассматриваются методы «энтомологического кошения», пищевых и светоловушек.
- Общая характеристика представленная в школьном курсе расширена современными научными представлениями об особенностях организменного и биогеоценотического уровней организации представителей как отдельных видов, так и всего класса в целом. Особое внимание уделено современным представлениям о жизненных циклах насекомых с полным и неполным превращением.

Для более детального понимания структуры, рассмотрим отдельные фрагменты пособия на примере трех основополагающих аспектах: систематики, методики изучения, общей характеристики.

1. Систематическая составляющая (на примере типа «Кишечнополостные»):

Тип «Кишечнополостные» обладает достаточно четкой систематикой. Это отчасти объясняет отсутствие «расхождений» и таксономических группах данных животных в современном научном сообществе и школьной программе. Из это следует, что систематика приведенная ниже была взята из школьного курса и дополнена современными научными представлениями и составе классов и отрядов.

ТИП – КИШЕЧНОПОЛСТНЫЕ (Coelenterata)

КЛАСС – Гидроидные (Hydrozoa)

ПОДКЛАСС – Гидроиды (Hydroidea)

ОТЯДЫ:

- Лептолиды (Leptolida)
- Гидрокораллы (Hydrocorallia)
- Хондрофоры (Chondrophora)
- Трахилиды (Trachylida)

- Гидры (Hydrida)

ПОДКЛАСС – Сифонофоры (Siphonophora)

КЛАСС – Сцифоидные (Scyphozoa)

ОТРЯДЫ:

- Корономедузы (Coronatae)
- Дискомедузы, или флагомедузы (Semaestomeae)
- Корнероты (Rhizostomeae)
- Кубомедузы (Cubozoa)
- Ставромедузы (Stauromedusae)

КЛАСС - Коралловые полипы (Anthozoa)

ПОДКЛАСС – Восьмилучевые кораллы

ОТРЯДЫ:

- Альционарии, или мягкие кораллы (Alcyonacea)
- Роговые кораллы (Gorgonaria)
- Морские перья (Pennatulacea)
- Солнечные кораллы (Heliporacea)

ПОДКЛАСС - Шестилучевые кораллы (Hexacorallia)

ОТРЯДЫ:

- Актинии, или морские анемоны (Actiniaria)
- Мадрепоровые кораллы (Scleractinia)
- Зоантарии (лат. Zoantharia)
- Чёрные кораллы, или шипастые кораллы, или антипатарии (лат. Antipatharia)
- Цериантарии (Ceriantharia)

2. Методологический аппарат изучения беспозвоночных (на примере типа «Круглые черви»)

Круглые черви, подобно дрозофилам, часто служат моделями, позволяющими исследовать воздействие определенных факторов на более крупные организмы. Это объясняется тем, что короткий период их жизни позволяет ученым пронаблюдать несколько поколений червей за небольшой интервал времени.

Почвенные пробы. Предварительно взвешенную пробу в капроновом сите опускают в воронку, на которую надета прозрачная силиконовая трубка. Пережимают свободный конец трубки зажимом Мора. Воронку заливают охлажденной до 12°C водой и оставляют на сутки при комнатной температуре или располагают над пробой лампу. Спустя сутки (при использовании лампы - через 12 часов) нематоды собираются на пережатом конце. Отпустив зажим, нематод собирают в пластиковые одноразовые стаканчики объемом 50-100 мл. Стаканчик покрывают пластиковой пищевой пленкой и оставляют в холодильнике до подсчета. Нематод можно также экстрагировать модифицированными методами Кобба и Оостенбринка, причем метод Кобба дает более точные результаты.

Метод Оостенбринка. Пробу помещают в литровый лабораторный стакан (предпочтительнее полиэтиленовый) с известной массой и взвешивают. Цельные почвенные пробы осторожно разламывают руками и заливают приблизительно 400 мл водопроводной воды (дистиллированной водой пользоваться нельзя!). Для разрушения пробы нельзя использовать нож или другие острые предметы, так как это приводит к гибели значительной части нематод. Пробу оставляют размокать, после размокания интенсивно, но осторожно перемешивают суспензию стеклянной или деревянной палочкой в течение 45 с. Затем суспензии дают отстояться в течение 15 с. Верхнюю часть суспензии, в которой скапливаются нематоды сливают через сито Кобба с ячейей 365 мкм в емкость объемом 1,5-2 литра.

При этом нужно следить за тем, чтобы основная масса почвы не попала в сборную емкость и жидкость не содержала слишком много взвеси и крупных

органических частиц. Также необходимо следить, чтобы попадающий на сито крупный органический материал не играл бы роль фильтра. Попавшие на сито Кобба органические частицы и прочее смываются струей воды на молочный фильтр в экстракционном сите; при этом не собирается фильтрат, а всего процедура проводится 3 раза. Фильтрат из сборной емкости пропускается трижды через сито Кобба 50 мкм. Каждый раз отфильтрованный материал откидывается на молочный фильтр. Надо стараться смыть с сита максимальное количество осадка. Затем экстракционное сито ставится в тарелку подходящего диаметра, которая аккуратно наполняется свежей водой, покрыв водой фильтр. Сито оставляется на 44 ч для проникания нематод через фильтр в тарелку. После экстракции сито с фильтром осторожно удаляются. Жидкость в тарелке отфильтровывается сквозь воронку с надетым фильтром из 20 мкм мельничного газа. Отфильтрованные нематоды смываются в счетную чашку Петри с размеченным дном и пересчитываются под биноклем с увеличением $\times 16$

Фиксация нематод. Воронки вставляют в пробирки, их стык уплотняют парафином или резиновым переходником. После подсчета нематод, заливают воду из счетных чашек Петри в воронки и дают отстояться в течении 2 ч для оседания нематод на дне пробирок. Осторожно отсасывают с поверхности излишнюю воду, таким образом, чтобы в пробирке осталось 1,5 мл жидкости. После этого ставят пробирку на водяную баню с температурой воды 63°C , выключают нагрев и дают пробе постоять на бане 2 мин. Затем добавляют 1,5 мл 8% раствора формальдегида (т.о., его концентрация в фиксирующей жидкости становится 4%). Хранить зафиксированные пробы рекомендуется при температуре 4°C . Нематод можно также зафиксировать горячим 70% спиртом с добавлением 5-10% глицерина.

Под строгим надзором преподавателя и соблюдением всех гигиенических норм, возможно проводить сбор личиночных и взрослых форм паразитических круглых червей из твердых останков жизнедеятельности животных. Для этого пробу необходимо поместить в плотно закрытую пробирку и залить соленым

раствором 40% концентрацией хлорида натрия. Выдержать пробу 7 дней и после рассмотреть ее на предметном стекле сначала под бинокулярном или лупой, для обнаружения взрослых форм, затем под микроскопом, с целью обнаружения личиночных форм. Для видовой идентификации рекомендуется использовать учебные пособия по паразитологии медицинских университетов.

Еще живых свободноживущих круглых червей можно поместить в «земляной аквариум» с плотно закрывающейся крышкой, с целью дальнейшего изучения абиотических факторов на организм отдельных особей и групп нематод. Одним из подобных экспериментов можно провести с соляным раствором. Несколько капель наливается в один угол аквариума и наблюдаем за поведением червей находящихся на различном расстоянии от солевого раствора. Этот опыт наглядно показывает, что свободноживущие нематоды способны передавать информацию об изменениях окружающей среды представителя только своего вида.

3. Общая характеристика группы (на примере типа «Кишечнополостные»)

Кишечнополостные - двухслойные животные, третий слой у них находится только в зачатке. За исключением нескольких пресноводных видов (гидроидные полипы), кишечнополостные обитают в морях. Различают две главные формы строения кишечнополостных: сидячую (бентическую) - полип и плавающую (планктонную) - медузу.

Тело полипа вытянуто в виде мешочка, обычно довольно узкого, на переднем конце которого имеются длинные, очень подвижные, способные к быстрым сокращениям щупальца, служащие для захвата добычи. Задним концом тела полип прикрепляется к какому-нибудь субстрату (к камням, растениям, другим животным и т.д.).

Медузы по форме напоминают блюдечки, чашечки, зонтики и им подобные предметы, вогнутая сторона которых обращена книзу, а выпуклая - кверху.

На основании изучения наружного и внутреннего строения кишечнополостных можно сделать вывод о плане строения этих животных. Полипов и медуз можно разделить вертикальными плоскостями, проходящими через центр тела, на сходные половины несколько раз. Это объясняется тем, что строение рассматриваемых животных еще мало дифференцировано и разные части их тела весьма похожи. Таким образом, для кишечнополостных характерна лучевая, или радиальная, симметрия тела, которая свидетельствует о сравнительной простоте организации. У более сложных по строению групп животных дифференциация на разные отделы тела прогрессирует и радиальное расположение органов постепенно исчезает.

Стенки тела состоят из двух слоев клеток: наружного и внутреннего, окружающего кишечную полость. У полипов между обоими слоями имеется уплотненная пластинка, у медузы - сильно развитая студневидная масса (мезоглея). В наружном слое кроме покровных клеток имеются очень характерные для кишечнополостных и ни у кого из других многоклеточных животных не встречающиеся стрекательные клетки. Каждая такая клетка имеет ядро, ряд органоидов и капсулу со спирально закрученной длинной, тонкой нитью, в основании которых могут быть расположены острые шипы, а спереди на клетке находится особый шип, воспринимающий раздражения от проплывающих в воде животных (рачков, других мелких беспозвоночных, а иногда и позвоночных). Стрекательные клетки различны по функциям: одни служат главным образом для опутывания жертв и их удержания, другие - для продырявливания покровов добычи при помощи упомянутых выше шипов, третьи - для отравления выделяемыми ими ядовитыми веществами пойманных животных.

Нервная система. У всех кишечнополостных имеются нервные клетки, развивающиеся главным образом в наружном слое, но имеющиеся в небольшом количестве и во внутреннем слое. Эти клетки, соединяясь друг с другом своими отростками, образуют очень примитивную нервную систему в виде сети. Таким

образом, у кишечнополостных нет еще разделения нервной системы на центральный отдел, в котором сосредоточены нервные клетки, и периферический, т.е. нервов, образующихся из длинных отростков нервных клеток. Однако нужно отметить, что даже у некоторых полипов имеются скопления нервных клеток, а у медуз, ведущих более активный образ жизни, чем полипы, подобие нервных центров образуются или в виде кольца, или в виде скоплений в некоторых местах по краям зонтика. Благодаря наличию нервной системы, хотя и примитивной, кишечнополостные в отличие от губок быстро реагируют на разные раздражения, без чего был бы невозможен активный захват ими добычи, часто превосходящей их по своей величине.

У медуз в отличие от полипов есть глаза и органы, воспринимающие изменения положения тела в пространстве, -статоцисты. Глаза обычно имеют очень простое строение и состоят из клеток, содержащих черный или бурый пигмент и поглощающих лучи, и чувствительных клеток, передающих дальше световые раздражения отросткам нервных клеток. У некоторых медуз (главным образом у больших) глаза устроены сложнее и могут иметь подобие хрусталика, собирающего лучи. Статоцист представляет собой округлый мешочек, наполненный жидкостью, на стенках которого находятся чувствительные клетки, а в середину вдается клетка с твердыми тельцами из углекислой извести -статолитами. При изменении положения тела медузы в пространстве клетка со статолитами меняет свое положение, что воспринимается чувствительными клетками и передается ими в нервную систему. Из последней идут импульсы к эпителиально-мышечным клеткам, которые своими сокращениями обеспечивают нужное в данных условиях положение тела.

У кишечнополостных имеются мышечные элементы, в основном представленные эпителиально-мышечными клетками. Каждая такая клетка состоит из двух частей: обычной эпителиальной и удлиненного мышечного отростка. Следовательно, полного разделения покровных и сократительных клеточных элементов здесь еще нет, что говорит о примитивности двигательной

системы кишечнополостных. У более сложно устроенных представителей типа имеются наряду с эпителиально-мышечными клетками и отделенные от эпителия мышечные волокна. Благодаря тому что и мышечные отростки клеток, и волокна расположены в теле различно (параллельно продольной оси тела, перпендикулярно к ней и т.д.), возможны сокращения тела и его движения в разных направлениях. Упомянутые мышечные элементы расположены главным образом в наружном слое тела и в меньшем количестве - во внутреннем слое.

У сидячих форм особенно подвижны щупальца, что необходимо для захвата различных животных, которыми питаются кишечнополостные. У свободно передвигающихся медуз перемещение тела происходит реактивным способом: благодаря сокращению тела вода, находящаяся под их вогнутой брюшной поверхностью, выталкивается в одном направлении, а животное передвигается в противоположном.

Перенос веществ в организме происходит в основном путем диффузии. Но у медуз в передвижении веществ участвует и кишечная система, которая разветвляется по всему телу и тем самым способствует разносу различных веществ. Количество разветвлений кишечника находится в зависимости от величины тела: чем больше размеры медузы, тем разветвленнее ее пищеварительные каналы (в этом проявляется закон корреляции).

Газообмен совершается через поверхность тела, по-видимому, в основном через наружную, которая все время омывается водой.

Выделение продуктов диссимиляции тоже происходит через поверхность тела.

У кишечнополостных есть кишечная полость, начинающаяся ртом и замкнутая на заднем конце. Пища (мелкие, а иногда более крупные животные) захватывается щупальцами и попадает в полость кишки, где может распадаться на части. Клетки, окружающие кишечную полость, при помощи ложноножек захватывают пищевые кусочки и переваривают их. Таким образом, у

кишечнополостных, как у губок и простейших, пищеварение внутриклеточное, но в некоторых случаях пищеварительные соки изливаются в полость кишечника и процессы разложения сложных органических веществ на более простые частично могут происходить в этой полости. Непереваренные остатки пищи выбрасываются наружу через ротовое отверстие. У более сложно устроенных кишечечнополостных в кишечнике могут быть перегородки, увеличивающие его поверхность, а у медуз, как уже было отмечено, он разветвляется в связи с выполнением функций переноса веществ.

Бесполое размножение, свойственное, как правило, полипам и отсутствующее, за некоторыми исключениями, у медуз, происходит обычно путем почкования. На теле полипа появляется бугорок (почка), который постепенно растет, строение его усложняется и он превращается во взрослый организм. Известны также и явления продольного деления полипов, но они редки. Своеобразные процессы бесполого размножения происходят во время развития сложных (сцифоидных) медуз.

Половым способом размножаются все кишечечнополостные. Большинство представителей типа - раздельнополы, меньшинство - гермафродиты. Половые железы у низшего класса - гидроидных - развиваются в наружном слое тела, у остальных - во внутреннем слое, т.е. в стенке кишечника. Оплодотворение у одних наружное, т.е. половые клетки встречаются в воде, у других - внутреннее, т.е. оно совершается в теле женских особей, куда проникают сперматозоиды.

У немногих (например, у пресноводных гидр) развитие прямое, у остальных - с превращением. После завершения стадии гаструлы (которой предшествуют стадии морулы, бластулы и паренхимулы) у подавляющего большинства кишечечнополостных, развивающихся с превращением, образуется двухслойная личинка с зачатком кишечной полости - планула, передвигающаяся в воде при помощи ресничек. Планулы, благодаря подвижному образу жизни, способствуют расселению кишечечнополостных, что особенно важно для сидячих форм.

Представленный выше краткий обзор глав и детальное рассмотрение отдельных аспектов на примере фрагментов взятых из пунктов, позволяет сформировать общее представление о содержании пособия.

В приложении к пособию размещена «Памятка по написанию НИР».

Памятка по написанию НИР

1. Подготовка к исследованию

1. Определитесь с темой исследования. Выбирая тему исследовательской работы, следует хорошо подумать, каким образом проведенные исследования смогут изменить мир и его обитателей к лучшему. Источником для идеи может быть хобби или проблема, которая, по вашему мнению, нуждается в решении. Проблема может быть стара, как мир, но способы и пути ее решения и осмысления могут быть самыми разнообразными. Стоит заметить, что выбор темы работы существенно зависит от уровня вашей подготовки и технических возможностей, которыми вы обладаете. Как правило, школьники, занимающиеся исследовательской деятельностью, имеют научного руководителя. Чаще это бывает тот человек, который помог вам при выборе темы. Может быть и наоборот, вы выбрали тему, а затем нашли научного руководителя, проявив при этом необходимую инициативу. Научный руководитель поможет вам составить план исследования, критически оценить полученные результаты, подсказать альтернативные подходы в случае неудачи. ТЕМА – отражает характерные черты проблемы.

2. Формулировка проблемы исследования. Под понятием «проблема» понимается как категория, означающая нечто неизвестное, что предстоит открыть, доказать, опровергнуть или дополнить.

3. **Выбрать объект** (определенный процесс или явление, своеобразный носитель проблемы) и **предмет исследования** (конкретная часть объекта, внутри которого ведется поиск). Например, объект исследования – насекомые города Красноярск, предмет изучения – биоразнообразие (видовой состав, морфология, экология и др) класса насекомых города Красноярск. Но, границы между объектом и предметом условны. ОБЪЕКТ – это та совокупность связей и отношений, свойств, которая существует объективно в теории и практике и служит источником необходимой для исследователя информации. ПРЕДМЕТ же исследования более конкретен. Он включает только те связи и отношения, которые подлежат непосредственному изучению в работе, устанавливая границы научного поиска. В каждом объекте можно выделить несколько предметов исследования.

4. Предмет исследования определяет **цель и задачи** самого исследования. ЦЕЛЬ формулируется кратко и предельно точно, в смысловом отношении выражая то основное, что намеревается сделать исследователь. Цель конкретизируется и развивается в ЗАДАЧАХ исследования. Наиболее типичные цели: определение характеристик явлений, не изученных ранее; выявление взаимосвязи неких явлений; изучение развития явлений; описание нового явления; обобщение, выявление общих закономерностей; создание классификаций. Задачи лучше всего формулировать в виде утверждения того, что необходимо сделать, чтобы цель была достигнута. Постановка задач основывается на дроблении цели на подцели.

5. **Обосновать актуальность темы** – объяснить необходимость изучения данной темы. Например, актуальность может состоять в необходимости получения новых данных и необходимости проверки новых методов и т.п.

6. **Определить гипотезу** – предположение, которое в процессе работы либо подтверждается, либо опровергается (оно должно быть подкреплено научными данными, логическими соображениями). При формулировке гипотезы обычно используют словесные конструкции типа: «если..., то...»; «так..., как...»; «при

условии, что...», т.е. такие, которые направляют внимание исследователя на раскрытие сущности явления, установления причинно-следственных связей.

7. **Изучить научную литературу.** Можно делать выписки в виде конспектов (интересные мысли, факты, цифры, различные точки зрения), фиксировать исключительно цитаты, составлять тезисы, аннотации, рецензии и т.д. Не нужно пытаться включить в исследование весь имеющийся материал, как бы звучны не были имена и цитаты. Не следует стремиться к заимствованию материала. Ведь основой для получения нового знания должны служить не чьи-то, а собственные мысли, пусть и возникшие в ходе знакомства с чужими работами как отклик на них.

II. Структура исследования

Структура по оформлению научно-исследовательской работы в печатном варианте представлена в таблице 2.

Таблица 2. Структура научно-исследовательской работы

Номер пункта	Наименование пункта	Пример и рекомендации
1	Тема исследования	Биоразнообразие насекомых г. Красноярск
2	Проблематика	Устаревшая информация о видовом составе, отсутствие современных данных о влиянии представителей класса «Насекомые» на экологическую обстановку в городе
3	Актуальность	В открытых источниках данных об актуальном видовом разнообразии насекомых практически нет. Представители данного класса животных являются участниками экологических сетей питания. Они оказывают огромное влияние на экологию и численный состав флоры и фауны региона
4	Объект и предмет исследования	Объект - насекомые города Красноярск Предмет - биоразнообразие (видовой состав, морфология, экология и д.р) класса насекомые

		города Красноярск
5	Цель и задачи	<p>Цель - изучение аспектов биоразнообразия насекомых г. Красноярска</p> <p>Задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проанализировать литературные источники 2. Изучить и применить методики сбора и определения насекомых 3. Проанализировать полученные данные
6	Основная часть	<ol style="list-style-type: none"> 1. Результаты анализа литературы: <ul style="list-style-type: none"> • кем и когда изучалась данная проблема до вас и какие выводы были получены • наличие или отсутствие современной литературы • выделения списка используемых источников. 2. Результаты реализации задач <ul style="list-style-type: none"> • рекомендуется использовать от 2 до 4 слайдов на каждую задачу • визуализируйте информацию (схемы, таблицы, графики) • выводите на слайд сложную терминологию и наиболее важные моменты вашего исследования
7	Заключение	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проведен анализ литературных источников. Собраны литературные данные о биоразнообразии класса Насекомые в г. Красноярске. 2. Освоены методики полевой и камеральной обработки, лабораторных исследований животных класса Насекомые. Собраны данные о фактических встречах представителей данной группы животных. 3. Собранные нами данные сопоставлены с литературными данными. Видов, не

		<p>представленных в литературных источниках, не обнаружено. Краснокнижных видов, описанных в литературных источниках не обнаружено.</p> <ul style="list-style-type: none"> • оформляются строго по ЗАДАЧАМ • указываются конкретные данные полученные в ходе исследования и результаты анализа графиков, схем и таблиц, представленных в основной части • выводятся на слайд сплошным текстом без графического дополнения
8	Список используемых источников	<ul style="list-style-type: none"> • указывайте только те источники, которые вы действительно использовали при написании своей научно-исследовательской работы • желательно пользоваться литературой, которая не «старше» 10 лет • указывайте конкретные страницы, откуда была взята информация • если вы использовали ресурс сети Интернет, укажите дату обращения и URL сайта <ol style="list-style-type: none"> 1. Захваткин Ю. А. Курс общей энтомологии. М.: Колос. 2001. С. 34 – 38. 2. Насекомые России. Определитель. Тимаханов В.А. М. Наглядный определитель. 2015. 144 с. 3. Средняя Сибирь. М. Наука. 1964. 480 с. 4. Яхонтов В. В. Экология насекомых. М.: Высш. шк., 1969. С. 135 – 139.

III. Примеры графического оформления данных

1. **Таблицы.** Данный способ прекрасно подходит для визуализации информации о видовом составе изучаемой группы животных. Примером подобного использования таблицы может быть следующее:

Таблица 3. Пример табличного оформления видового состава

Отряд	Семейство	Вид
Прямокрылые <u>Orthoptera</u>	Настоящие кузнечики <u>Tettigoniidae</u>	Кузнечик серый <u>Decticus verrucivorus L.</u>
Перепончатокрылые <u>Hymenoptera</u>	Пчелы настоящие <u>Apidae</u>	Шмель норовой <u>Bombus lucorum L.</u>
		Шмель луговой <u>Bombus pratorum L.</u>
		Пчела медоносная <u>Apis mellifera L.</u>
	Осы настоящие <u>Vespidae</u>	Оса обыкновенная <u>Vaspula vulgaris L.</u>
		Оса германская <u>Vaspula germanica F.</u>
		Оса средняя <u>Dolichvespula media L.</u>

2. **Графики.** Их следует использовать для демонстрации динамики. Это может быть, как численность популяции, так и размеры тела, соотношение полов, количество потомства за определенный промежуток, рацион питания, зависимость численности от места обитания и т.п. Примером подобного использования графика может быть следующие:

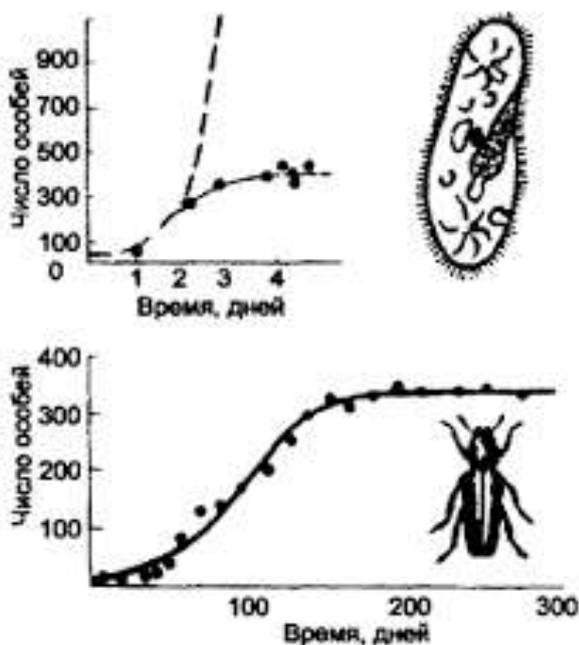
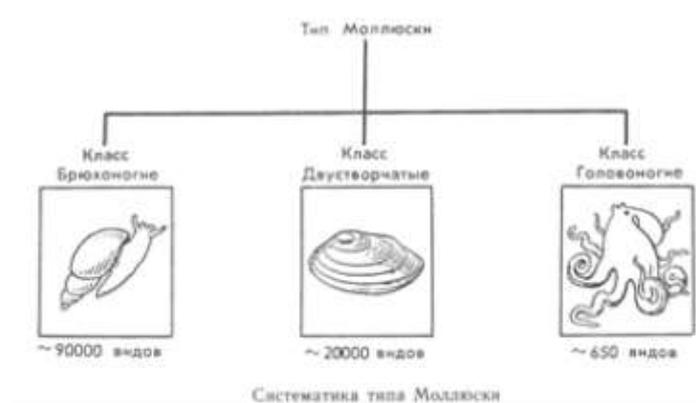


График №1. Пример использования графика для демонстрации роста популяции в искусственной среде обитания

3. **Схемы.** Под данный метод иллюстрации материала попадает: систематика группы животных, инструкции по сбору полевого оборудования.



Примерами могут послужить следующие иллюстрации:

Рисунок 2. Схематичное изображение простейшей классификации типа «Моллюски»

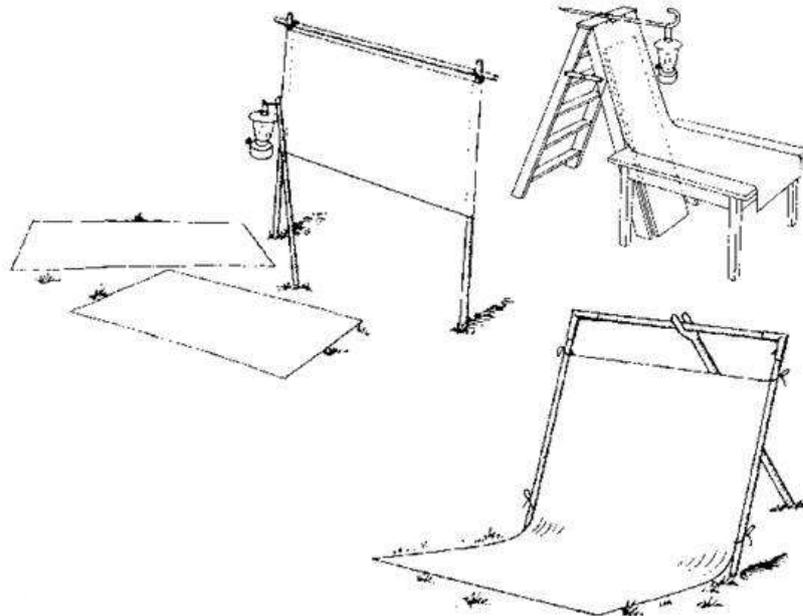


Рисунок 3. Схема установки ситовых ловушек при ловле насекомых

IV. Представление результатов исследования

Представление исследования, особенно в современности, имеет решающее значение во всей работе. Наличие стандартов представления является

характерным атрибутом исследовательской деятельности и выражено достаточно жестко в отличие, например, от деятельности в сфере искусства. Таких стандартов в науке несколько: тезисы, научная статья, устный доклад, диссертация, монография, популярная статья. В каждом из стандартов определены характер языка, объем, структура. При представлении руководитель и учащийся должен с самого начала определиться с тем жанром, в котором он работает, и строго следовать его требованиям.

Наиболее популярны на юношеских конференциях: тезисы, статьи, доклады.

Публичное выступление (доклад). Время доклада на конференции чаще всего составляет не более 10 минут. За это время нужно изложить суть работы, введение должно быть кратким. Подготовку доклада лучше всего начать с продумывания его структуры. Доклад можно разделить на 3 части.

Первая часть, по сути, кратко повторяет **введение исследовательской работы**. Здесь обосновывается актуальность выбранной темы, описывается научная проблема, формулируются задачи исследования и указываются его основные методы. Очень важно правильно настроить слушателей с самого начала выступления, для этого можно начать выступление с приведения примера, интересной цитаты, с истории, случая, задания проблемы или оригинального вопроса.

Во второй части нужно представить **содержание глав**. Особое внимание комиссия обращает на итоги проведенного исследования, на личный вклад в него автора. Поэтому не забудьте после краткого изложения содержания глав отдельно подчеркнуть, в чем состоит новизна предлагаемой вами работы. При изложении основных результатов можно использовать заранее подготовленные схемы, чертежи, графики, таблицы, видеоролики, слайды, видеофильмы. Демонстрируемые материалы должны оформляться так, чтобы они не перегружали выступление и были видны всем присутствующим в аудитории.

В третьей части целесообразно кратко изложить **основные выводы** по результатам исследования, не повторяя тех выводов, которые уже были сделаны в ходе изложения содержания по главам. Постарайтесь в заключении создать кульминацию выступления, предложите слушателям поразмышлять над проблемой, покажите возможные варианты дальнейших исследований, используйте цитату по теме известного ученого.

Особое внимание обратите на **речь**, она должна быть ясной, грамматически точной, уверенной, выразительной.

После доклада вам необходимо **ответить на вопросы**, касающиеся вашей работы. Доклад может сопровождаться демонстрацией заранее подготовленных таблиц, графиков, плакатов, стендов. Выигрышнее выглядит подача материала с использованием технических средств: компьютера, видеотехники, и т.д.

Внешний вид. Экстравагантные одежда, прическа, макияж вряд ли будут уместны для атмосферы научной конференции.

Манера поведения. Вы не отвечаете, не сдаете экзамен. Вы хотите рассказать нечто интересное и благодарны аудитории за то, что вас слушают. Если задают вопросы, значит, ваше сообщение вызвало интерес, и тон вашего ответа должен быть соответствующим. Конечно, какой-либо вопрос может вызвать у вас затруднения. Чтобы их было меньше, необходимо, конечно, свободно владеть материалом и не только тем, который вы излагаете в докладе непосредственно, но, желательно, быть компетентным в той области, которой посвящена ваша работа. Если все-таки с ответом на поставленный вопрос возникла проблема, не следует впадать в «столбняк». Можно прибегнуть к формам, вроде: «Этот вопрос непосредственно не входил в тему моей работы», «Сейчас я затрудняюсь сформулировать точный ответ», «Если я вас правильно понял, ...» – и дальше отвечать не совсем на поставленный вопрос, а на близкий к нему, но такой, на который вы в состоянии ответить.

Начало доклада. Задача в этой части: вызвать интерес к себе и к тому, что вы будете говорить. Если вас не представили, следует начать с этого: «Меня зовут..., я представляю школу..., тема моей работы ...». Хорошо начать доклад с относящегося к теме афоризма, высказывания известного ученого и т.п. Если содержание вашей работы или рассматриваемые понятия и термины связаны с именем известного ученого, желательно назвать его полное имя, годы жизни или работы, кратко – вклад в науку.

Конец доклада. Доклад можно закончить фразой типа: «Я закончил. Спасибо. Готов ответить на ваши вопросы».

Использование текста. Текст доклада, как правило, необходимо и целесообразно готовить заранее. Использовать ли его во время доклада? Это не запрещается, некоторые так и делают. Однако есть риск при выступлении (с учетом большой эмоциональной нагрузки и стресса) «увязнуть в читке» – докладчик утрачивает нить и логику изложения, не может оторваться от текста, который читает без расстановки смысловых акцентов и логических ударений. Есть другая крайность: текст выучивают наизусть и затем читают, как стихотворение, используя, в том числе, художественные приемы. Такая форма подачи также плохо подходит для научного доклада. Оптимальным представляется вариант, когда у докладчика на руках имеется план-конспект доклада. Это придает определенную уверенность и позволяет докладчику излагать материал последовательно, не пропустить существенных моментов в сообщении. Если при этом речь докладчика будет менее гладкой и правильной, чем при чтении по заготовленному тексту или при декламации заученного текста – это вполне допустимые огрехи.

Демонстрационные средства. Таблицы, графики, рисунки, наглядные пособия, используемые при выступлении с докладом, должны быть тщательно продуманы. Следует отобрать только то, что действительно необходимо при изложении материала. Перегруженность демонстрационными средствами рассеивает внимание слушателей и может снизить общее впечатление от

выступления. Следует обратить особое внимание на то, как демонстрационные средства будут вплетаться в ткань устного сообщения, раскрывать и дополнять его. Таблицы, графики должны быть выполнены таким образом, чтобы аудитория могла рассмотреть, что на них изображено и написано. Не следует во время доклада зачитывать слушателям, что написано в ваших таблицах. Достаточно показать указкой в нужное место со словами: «Здесь приведены результаты (расчеты, формулы и т.п.) ...». Вполне приемлемой формой являются записи на доске (не очень длинные), сопровождающие устное изложение.

Подготовка доклада. Доклад нужно как следует отрепетировать: вначале самостоятельно, затем в присутствии родных, друзей, перед классом. При этом репетиции следует проводить с демонстрационными средствами (таблицы, графики, рисунки) и наглядными пособиями, которые будут представлены на конференции.

Распределение времени. Обычно регламентом конференции на доклад отводится определенное время (7 –10 минут). Если докладчик не уложился в отведенное время, его могут просто прервать. Такая ситуация крайне нежелательна. Поэтому при подготовке и репетициях доклада временному фактору следует уделить особое внимание. Лучше зарезервировать 2-3 минуты на непредвиденный случай.

ГЛАВА III. РЕАЛИЗАЦИЯ ПОСОБИЯ В НОУ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

3.1 НОУ в современной школе

Модернизация системы образования невозможна без новых идей, подходов, современных технологий, совместной работы учащихся и педагогов. Создание такого опыта осуществляется в ходе научно-исследовательской деятельности в общеобразовательном учреждении.

Необходимость создания НОУ продиктована всем ходом развития учебно-воспитательного процесса в школе. Основным фактором личностного развития является особая форма организации педагогического процесса в виде научно-исследовательской деятельности.

Целесообразность обращения к организации НОУ обусловлена решением противоречий между:

- необходимостью дать ученику возможность развивать свой интеллект в самостоятельной творческой деятельности, с учетом индивидуальных особенностей, склонностей и отсутствием условий индивидуальной работы с каждым способным учеником;
- уровнем заданий районных и окружных предметных Олимпиад и недостаточными ЗУН школьников за пределами учебных программ;
- стремлением учащихся к самостоятельности и неумением организовать свою учебно-познавательную деятельность и управлять ею;
- необходимостью дифференциации образования и единообразием содержания и технологий обучения.

Организация научно-исследовательской деятельности учащихся имеет ряд особенностей:

Субъектами научно-исследовательской работы являются учащиеся и педагоги. Администрация школы организует учителей на постоянный поиск инноваций и преобразований воспитательно-образовательного процесса, привлекает к изучению учебных проблем учащихся, объединяя их в НОУ.

Исследования носят прикладной характер и направлены на разработку и освоение программ совершенствование процесса обучения, воспитание и развитие учащихся, повышение его результативности в конкретном образовательном учреждении.

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

В исследованиях интеллектуального развития личности, содержащихся в работах Л.С. Выготского, Ж. Пиаже, С.Л. Рубинштейна, А.Г. Ананьева и др. выделяются различные аспекты данного психического явления, но неизменно отличается ведущая роль развития мышления в становлении структуры интеллекта и познавательных механизмов, что во многом определяет направленность организации всего воспитательно-образовательного процесса.

Задачи развития привычки к умственному труду связаны с научно-исследовательской работой учащихся. Теоретики обучения и воспитания указывают на необходимость стимулирования ученика к умственным усилиям. Для умственного развития вредно, если знания усваиваются только как сумма фактов, а не как сведения, переработанные собственные мысли учащегося. Такая постановка вопроса предполагает рассмотрение проблемы развития личности в тесной связи с задачами формирования эмоциональной сферы, интеллектуальных, волевых и морально-нравственных качеств, культуры умственного труда.

Цели:

1. Выявление и выращивание интеллектуальных ресурсов общеобразовательного учреждения - учащихся, имеющих развитые креативные способности.
2. Достижение максимального уровня развития способностей ребёнка.

Задачи:

1. - расширять кругозор учащихся в области достижений отечественной и зарубежной науки;
2. - выявлять наиболее способных учащихся в разных областях науки и развитие их творческих способностей;
3. - активно включать учащихся школы в процесс самообразования и саморазвития;
4. - совершенствовать умения и навыки самостоятельной работы учащихся, повышать уровень знаний и эрудиции учащихся в интересующих их областях науки;
5. - организация научно-исследовательской деятельности учащихся для усовершенствования процесса обучения и профориентации.

Исходя из выше описанного, необходимость НОУ по биологии, в котором упор будет делаться на научно-исследовательские работы по биоразнообразию растений, целесообразно реализовывать в современной школе. Такие работы имеют высокую степень научности, а используя пособие, в котором собраны основные методы изучения беспозвоночных, такое НОУ может выполнять от 4 до 8 работ высокого уровня за учебный год.

3.2 Применение учебного пособия при написании научно-исследовательских работ на базе МАОУ «Лицей №7» г. Красноярск

В период с ноября 2020 года по апрель 2022 на базе МАОУ «Лицей №7» им. героя Советского Союза Б.К. Чернышева, созданное пособие активно применялось при написании научно-исследовательских работ в НОУ по биологии.

Всего обучающимися 7-х и 9-х классов было написано 6 работ, по следующим темам: «Биоразнообразии насекомых г. Красноярск», «Видовой состав паукообразных г. Красноярск», «Биоразнообразии простейших р. Кача», «Биоразнообразии моллюсков рек в черте г. Красноярск», «Биоразнообразии простейших р. Енисей», «Биоразнообразии членистоногих острова Татышев». Все работы прошли защиту на школьной научно-практической конференции и получили дипломы разных степеней: 1 диплом первой степени («Видовой состав насекомых г. Красноярск»), 3 диплома второй степени («Видовой состав паукообразных г. Красноярск», «Биоразнообразии простейших р. Кача», «Биоразнообразии моллюсков рек в черте г. Красноярск»), 1 диплом третьей степени («Биоразнообразии членистоногих острова Татышев»).

Научно-исследовательская работа по теме «Биоразнообразии насекомых г. Красноярск», ученицей 9г класса МАОУ «Лицей №7» Ширяевой Варварой, была представлена на конференции «БиоЭко» и получила диплом 2 степени. Исследование отражает видовой состав насекомых, описанный по фактическим встречам в разных районах города, и имеет большой потенциал для дальнейшего развития. Методы полевой и камеральной обработки, используемые ученицей, были взяты из созданного пособия. Также, по данной работе была написана статья, вошедшая в сборник: Гоманец О.Р., Ширяева В. В. Биоразнообразии насекомых г. Красноярска // Современные биоэкологические исследования Средней Сибири: материалы научно-практической конференции «БИОЭКО» в рамках XXIII Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века» Красноярск, 2022 г. [Электронный ресурс]/ отв. ред. Е.М. Антипова; ред. кол. Электрон. дан /Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2022 (в печати).

На данном этапе (лето 2022 года) начата работа над несколькими научно-исследовательскими работами, с обучающимися МАОУ «Лицей №7», в НОУ биологии по направлению биоразнообразия:

1. Биоразнообразие кишечнорастных г. Красноярск
2. Видовой состав паукообразных парков г. Красноярск
3. Влияние антропогенного фактора на видовой состав насекомых г. Красноярска
4. Биоразнообразие кольчатых червей г. Красноярска
5. Видовой состав моллюсков г. Дивногорск
6. Биоразнообразие членистоногих Средней Сибири
7. Биоразнообразие почвенных простейших г. Красноярска

За 2022 – 2023 учебный год планируется закончить как минимум 5 из них («Биоразнообразие кишечнорастных г. Красноярск», «Биоразнообразие кольчатых червей г. Красноярска», «Видовой состав моллюсков г. Дивногорск», «Биоразнообразие почвенных простейших г. Красноярска», «Влияние антропогенного фактора на видовой состав насекомых г. Красноярска»). В списке есть очень объемная и трудная для обучающегося школы работа (Биоразнообразие членистоногих Средней Сибири), однако, её планируется закончить за 3 года, при условии непрерывной работы.

ВЫВОД

1. Разработаны критерии отбора методов по изучению беспозвоночных животных в НОУ общеобразовательных учреждений: эффективность, апробированность, научность, гуманизм, легкость в освоении, доступность.

2. Учебное пособие по методам изучения беспозвоночных животных включает данные о систематике различных групп этих животных, методы лабораторных исследований, полевой и камеральной обработки, а также содержит общую характеристику представленных типов животных. Методы вошедшие в пособие: полевые (сбор планктонной сеткой, сачком или ловушкой, а также ручной сбор; для почвенных животных применяют почвенное сито, ловчие пояса и ямы; для летающих форм – светоловушки и пищевые ловушки; выжимки влажных субстратов; наблюдение; трансекты; площадки; метод Оостенбринка; сита Кобба; О'Коннора;), лабораторные (микроскопирование; наблюдение; пропускания воды через жаберный аппарат моллюсков и анализ их годовых колец) и камеральная обработка (спиртовые или «сухие» коллекции; определение собранных животных и последующая статистическая обработка).

3. Пособие реализовано в период с ноября 2020 года по апрель 2022 на базе МАОУ «Лицей №7» им. героя Советского Союза Б.К. Чернышева при написании научно-исследовательских работ по следующим темам: «Видовой состав насекомых г. Красноярск», «Видовой состав паукообразных г. Красноярск», «Биоразнообразие простейших р. Кача», «Биоразнообразие моллюсков рек в черте г. Красноярск», «Биоразнообразие простейших р. Енисей», «Биоразнообразие членистоногих острова Татышев». Все работы прошли защиту на школьной научно-практической конференции и получили дипломы разных степеней: 1 диплом первой степени, диплом 2 степени в рамках конференции «БиоЭко», публикация в сборнике «Современные биоэкологические исследования Средней Сибири: материалы научно-практической конференции «БИОЭКО» в рамках XXIII Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века» Красноярск, 2022»

(«Биоразнообразие насекомых г. Красноярск»), 3 диплома второй степени («Видовой состав паукообразных г. Красноярск», «Биоразнообразие простейших р. Кача», «Биоразнообразие моллюсков рек в черте г. Красноярск»), 1 диплом третьей степени («Биоразнообразие членистоногих острова Татышев»).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Айзенк Ганс Ю., Эванс Д. Как проверить способности вашего ребенка. М.: АСТ. 1998. С. 13 – 14.
2. Актуальные проблемы изучения ракообразных. Сборник тезисов и материалов докладов научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Николая Николаевича Смирнова. Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, 17–20 мая 2018 г. Ярославль: Издательское бюро “Филигрань”. 2018. 164 с.
3. Александрова Т.К. Положение о работе учащихся Ломоносовской гимназии над индивидуальными исследовательскими темами. Завуч. 2002. № 2. С. 8 – 10.
4. Ашихмина Т. Я. Школьный экологический мониторинг: учебно-методическое пособие. Т. Я. Ашихмина. М.: АГАР. 2000. С 83 – 89.
5. Боно Э. Серьезное творчество. Основные современные концепции одаренности и творчества. М. 1997. 93 с.
6. Брагинский И.Л. Исследования юных. Научные общества учащихся в России. История и современность. М.: Просвещение, 1997. С. 4 – 5.
7. Бруднова А. К. Учебно-исследовательская работа школьников. Воспитание школьников. 1996. № 3. С. 6 – 8.
8. Васильев В. В. Проектно-исследовательская технология: развитие мотивации. Народное образование. 2000. № 9. С 3 – 4.
9. Веденеева Т.Е., Воинова М.И. Организационная форма презентации результатов проектно-исследовательской деятельности учащихся. Дидакт. М: Дидакт 2003. № 6 с.53
10. Винокурова Н.К. Развитие творческих способностей учащихся. М.: Образовательный центр «Педагогический поиск», 1999. С. 138 – 139.
11. Гнездов С.Р. Методы исследования моллюсков пресных и солоноватых вод. М. 2018. 25с.

- 12.Городилова С.Н., Лябов И.Ю. Протисты водоемов города Красноярска: некоторые аспекты биологии и экологии: учебное пособие. Краснояр. гос. пед, ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2021. 222 с.
- 13.Дереклеева Н.И. Научно-исследовательская работа в школе. М.: Вербум-М, 2011. 153 с.
- 14.Догель В. А. Зоология беспозвоночных: Учебник под редакцией Ю. И. Полянского. 8-е изд. М. 2015. 246 с.
- 15.Зоология беспозвоночных: в 2 т. под ред. В. Вестхайде и Р. Ригера. Т. 1: от простейших до моллюсков и артропод. М: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 512 с.
- 16.Криволапова Н.А. Организация научно-исследовательской деятельности учащихся: Программа элективных курсов для классов профильного обучения. Институт повышения квалификации и переподготовки работников образования Курганской области. Курган. 2003. С. 27 - 28.
- 17.Кушко А.В. Научно-практические семинары в системе методической работы школы по теме “Организация научно-исследовательской деятельности учащихся”. Практика административной работы в школе. М: Сентябрь 2002. №1. С .38 – 42.
- 18.Леонтович А.В. “Об основных понятиях концепции развития исследовательской и практической деятельности учащихся”, Ж.” Исследовательская деятельность школьников”. №4. 2003г. 27 с.
- 19.Леонтович. А.В. Учебно-исследовательская деятельность школьника как модель педагогической технологии. Народное образование. 1999. № 10. С. 21 – 22.
- 20.Лернер П.С. Инноватика практической работы научного сотрудника в школе. School technologies. М: Школьные технологии 2003. №6. с.52
- 21.Обухов А.С. Исследовательская деятельность как способ формирования мировоззрения. Народное образование, № 10, 1999. С. 158-161.
- 22.Пиявский С.Л. Критерии оценки исследовательских работ учащихся. Дополнительное образование. 2001. № 1. С. 8 – 9.

- 23.Плыкин Р. Научное творчество школьников: миф или реальность? Внешкольник. 1997. № 7. С. 6 – 7.
- 24.Развитие исследовательской деятельности учащихся: Методический сборник. М.: Народное образование, 2001. С. 48-63.
- 25.Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся. Пособие для учителей. М.: просвещение. 1975. 272 с.
- 26.Рупперт Э.Э., Фокс Р.С., Барнс Р.Д. Зоология беспозвоночных: функциональные и эволюционные аспекты. Т. 1. Протисты и низшие многоклеточные. М., 2008. 484 с.
- 27.Саламатов Ю.П. Как стать изобретателем: 50 часов творчества: Кн. для учителя. М.: Просвещение, 1990. 238 с.
- 28.Скарлато О. А., Старобогатов Я. И, Антонов Н. И. Методы. Под ред. Г. Л. Шкорбатова, Я. И. Старобогатова. Л: ЗИН. 1990. 205 с.
- 29.Сырцева Т.Э. Работа учителя по развитию навыков научноисследовательской деятельности учащихся в рамках дополнительного образования. М.: Просвещение, 2004. С. 12-18.
- 30.Тишечкин Д.Ю. Изучение биоразнообразия насекомых, пауков и клещей, разработка научных основ их диагностики. М. 2016 г. 238 с.
- 31.Федеральный закон от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации (ред. от 25.11.2013; с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2014). Российская газета, № 303, 31.12.2012.
- 32.Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. М-во образования и науки Рос. Федерации. М.: Просвещение, 2010. 41 с.
- 33.Харитонов Н. Экспедиция как форма образовательной деятельности. Народное образование. 2000. № 4 С. 208–217.

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. Астафьева»

О.Р. Гоманец, С.Н. Городилова

***МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ
ЖИВОТНЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ***

Учебное пособие



«Наука – сначала игра, а потом навязчивая идея»

Красноярск

2022

УДК

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Красноярского государственного педагогического университета
им. В.П. Астафьева

Рецензенты:

А.А. Баранов, доктор биологических наук, профессор

О.Н. Мельник, кандидат биологических наук, доцент

Г 701 О.Р. Гоманец, С.Н. Городилова

Методы изучения беспозвоночных животных в образовательных учреждениях:
Учебное пособие. – Красноярск: 2022. – 100 с.

ISBN

Учебное пособие предназначено обучающимся по программам специалитета, бакалавриата и магистратуры по УГСН Образование и педагогические науки для занятий по дисциплинам: «Зоология»; «Биоразнообразие животных Средней Сибири»; «Экология», «Фоновые виды беспозвоночных животных Средней Сибири», а также, оно может использоваться при прохождении предметной практики. Кроме этого, этим пособием могут воспользоваться преподаватели общеобразовательных учреждений, в качестве подспорья для изучения многообразия беспозвоночных животных на примере региональной фауны как на учебном занятии, так и при НИР с обучающимися. В пособии даны методы для изучения разных групп беспозвоночных животных, а также имеется памятка по написанию НИР.

ББК 28.6

© Красноярский государственный
педагогический университет
им. В.П. Астафьева, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ.....	15
Раздел 1. Беспозвоночные животные.....	15
1.1. Систематика беспозвоночных животных.....	15
1.2. Значение беспозвоночных животных.....	16
Раздел 2. Тип Простейшие.....	19
2.1. Систематика Простейших.....	19
2.2. Полевые и лабораторные методы изучения.....	21
2.3. Общая характеристика.....	25
Раздел 3. Тип Кишечнополостные.....	28
3.1. Систематика Кишечнополостных.....	28
3.2. Методы изучения кишечнополостных.....	29
3.3. Общая характеристика.....	30
Раздел 4. Тип Плоские черви.....	36
4.1. Систематика Плоских червей.....	36
4.2. Методы изучения Плоских червей.....	36
4.3. Общая характеристика.....	38
Раздел 5. Тип Круглые черви.....	41

5.1. Систематика Круглых червей.....	41
5.2. Методы изучения Круглых червей.....	42
5.3. Общая характеристика.....	44
Раздел 6. Тип Кольчатые черви.....	51
6.1. Систематика Кольчатых червей.....	51
6.2. Методы изучения Кольчатых червей.....	51
6.3. Общая характеристика.....	55
Раздел 7. Тип Моллюски.....	57
7.1. Систематика Моллюсков.....	57
7.2. Методы изучения Моллюсков.....	58
7.3. Общая характеристика.....	65
Раздел 8. Тип Членистоногие. Класс Ракообразные.....	67
8.1. Систематика Ракообразных.....	67
8.2. Методы изучения Ракообразных.....	68
8.3. Общая характеристика.....	70
Раздел 9. Тип Членистоногие. Класс Паукообразные.....	81
9.1. Систематика Паукообразных.....	81
9.2. Методы изучения Паукообразных.....	82
9.3. Общая характеристика.....	85
Раздел 10. Тип Членистоногие. Класс Насекомые.....	87
10.1. Систематика Насекомых.....	87
10.2. Методы изучения Насекомых.....	88

10.3. Общая характеристика.....	93
Список использованных источников.....	96

ВВЕДЕНИЕ

Данное пособие предназначено для освоения методик изучения беспозвоночных животных. Оно содержит характеристики систематических групп простейших, кишечнополостных, плоских, круглых, кольчатых червей, членистоногих (с более детальным описанием классов), моллюсков. Приведены подробные описания методик полевого сбора и изучения беспозвоночных животных.

Содержание пособия поможет в написании научно-исследовательских работ в области биоразнообразия беспозвоночных животных. Оно предназначено для НОУ (научного общества учащихся). Содержание материала выстроено по единому плану, что способствует самостоятельному изучению его обучающимися. В отдельных разделах описываются подробные методики сбора и работы с полевым оборудованием. Также пособие содержит иллюстрации, схемы и таблицы, что упрощает восприятие материала обучающимися.

В приложении к пособию размещена «Памятка по написанию НИР».

Памятка по написанию НИР

I. Подготовка к исследованию

1. Определитесь с темой исследования. Выбирая тему исследовательской работы, следует хорошо подумать, каким образом проведенные исследования смогут изменить мир и его обитателей к лучшему. Источником для идеи может быть хобби или проблема, которая, по вашему мнению, нуждается в решении. Проблема может быть стара, как мир, но способы и пути ее решения и осмысления могут быть самыми разнообразными. Стоит заметить, что выбор

темы работы существенно зависит от уровня вашей подготовки и технических возможностей, которыми вы обладаете. Как правило, школьники, занимающиеся исследовательской деятельностью, имеют научного руководителя. Чаще это бывает тот человек, который помог вам при выборе темы. Может быть и наоборот, вы выбрали тему, а затем нашли научного руководителя, проявив при этом необходимую инициативу. Научный руководитель поможет вам составить план исследования, критически оценить полученные результаты, подсказать альтернативные подходы в случае неудачи. ТЕМА – отражает характерные черты проблемы.

2. **Формулировка проблемы исследования.** Под понятием «проблема» понимается как категория, означающая нечто неизвестное, что предстоит открыть, доказать, опровергнуть или дополнить.

3. **Выбрать объект** (определенный процесс или явление, своеобразный носитель проблемы) и **предмет исследования** (конкретная часть объекта, внутри которого ведется поиск). Например, объект исследования – насекомые города Красноярск, предмет изучения – биоразнообразие (видовой состав, морфология, экология и др) класса насекомых города Красноярск. Но, границы между объектом и предметом условны. ОБЪЕКТ – это та совокупность связей и отношений, свойств, которая существует объективно в теории и практике и служит источником необходимой для исследователя информации. ПРЕДМЕТ же исследования более конкретен. Он включает только те связи и отношения, которые подлежат непосредственному изучению в работе, устанавливают границы научного поиска. В каждом объекте можно выделить несколько предметов исследования.

4. Предмет исследования определяет **цель и задачи** самого исследования. ЦЕЛЬ формулируется кратко и предельно точно, в смысловом отношении выражая то основное, что намеревается сделать исследователь. Цель конкретизируется и развивается в ЗАДАЧАХ исследования. Наиболее типичные цели: определение характеристик явлений, не изученных ранее; выявление

взаимосвязи неких явлений; изучение развития явлений; описание нового явления; обобщение, выявление общих закономерностей; создание классификаций. Задачи лучше всего формулировать в виде утверждения того, что необходимо сделать, чтобы цель была достигнута. Постановка задач основывается на дроблении цели на подцели.

5. Обосновать актуальность темы – объяснить необходимость изучения данной темы. Например, актуальность может состоять в необходимости получения новых данных и необходимости проверки новых методов и т.п.

6. Определить гипотезу – предположение, которое в процессе работы либо подтверждается, либо опровергается (оно должно быть подкреплено научными данными, логическими соображениями). При формулировке гипотезы обычно используют словесные конструкции типа: «если..., то...»; «так..., как...»; «при условии, что...», т.е. такие, которые направляют внимание исследователя на раскрытие сущности явления, установления причинно-следственных связей.

7. Изучить научную литературу. Можно делать выписки в виде конспектов (интересные мысли, факты, цифры, различные точки зрения), фиксировать исключительно цитаты, составлять тезисы, аннотации, рецензии и т.д. Не нужно пытаться включить в исследование весь имеющийся материал, как бы звучны не были имена и цитаты. Не следует стремиться к заимствованию материала. Ведь основой для получения нового знания должны служить не чьи-то, а собственные мысли, пусть и возникшие в ходе знакомства с чужими работами как отклик на них.

II. Структура исследования

Таблица 1. Структура научно-исследовательской работы

Номер пункта	Наименование пункта	Пример и рекомендации
1	Тема исследования	Биоразнообразие насекомых г. Красноярск

2	Проблематика	Устаревшая информация о видовом составе, отсутствие современных данных о влиянии представителей класса «Насекомые» на экологическую обстановку в городе
3	Актуальность	В открытых источниках данных об актуальном видовом разнообразии насекомых практически нет. Представители данного класса животных являются участниками экологических сетей питания. Они оказывают огромное влияние на экологию и численный состав флоры и фауны региона
4	Объект и предмет исследования	Объект - насекомые города Красноярск Предмет - биоразнообразие (видовой состав, морфология, экология и д.р) класса насекомые города Красноярск
5	Цель и задачи	Цель - изучение аспектов биоразнообразия насекомых г. Красноярска Задачи: 4. Проанализировать литературные источники 5. Изучить и применить методики сбора и определения насекомых 6. Проанализировать полученные данные
6	Основная часть	1. Результаты анализа литературы: <ul style="list-style-type: none"> • кем и когда изучалась данная проблема до вас и какие выводы были получены • наличие или отсутствие современной литературы • выделения списка используемых источников. 2. Результаты реализации задач <ul style="list-style-type: none"> • рекомендуется использовать от 2 до 4 слайдов на каждую задачу

		<ul style="list-style-type: none"> • визуализируйте информацию (схемы, таблицы, графики) • выводите на слайд сложную терминологию и наиболее важные моменты вашего исследования
7	Заключение	<p>4. Проведен анализ литературных источников. Собраны литературные данные о биоразнообразии класса Насекомые в г. Красноярске.</p> <p>5. Освоены методики полевой и камеральной обработки, лабораторных исследований животных класса Насекомые. Собраны данные о фактических встречах представителей данной группы животных.</p> <p>6. Собранные нами данные сопоставлены с литературными данными. Видов, не представленных в литературных источниках, не обнаружено. Краснокнижных видов, описанных в литературных источниках не обнаружено.</p> <ul style="list-style-type: none"> • оформляются строго по ЗАДАЧАМ • указываются конкретные данные полученные в ходе исследования и результаты анализа графиков, схем и таблиц, представленных в основной части • выводятся на слайд сплошным текстом без графического дополнения
8	Список используемых источников	<ul style="list-style-type: none"> • указывайте только те источники, которые вы действительно использовали при написании своей научно-исследовательской работы • желательно пользоваться литературой, которая не «старше» 10 лет • указывайте конкретные страницы, откуда

		<p>была взята информация</p> <ul style="list-style-type: none"> • если вы использовали ресурс сети Интернет, укажите дату обращения и URL сайта <ol style="list-style-type: none"> 1. Захваткин Ю. А. Курс общей энтомологии. М.: Колос. 2001. С. 34 – 38. 2. Насекомые России. Определитель. Тимаханов В.А. М. Наглядный определитель. 2015. 144 с. 3. Средняя Сибирь. М. Наука. 1964. 480 с. 4. Яхонтов В. В. Экология насекомых. М.: Высш. шк., 1969. С. 135 – 139.
--	--	---

III. Примеры графического оформления данных

1. **Таблицы.** Данный способ прекрасно подходит для визуализации информации о видовом составе изучаемой группы животных. Примером подобного использования таблицы может быть следующее:

Отряд	Семейство	Вид
Прямокрылые <u>Orthoptera</u>	Настоящие кузнечики <u>Tettigoniidae</u>	Кузнечик серый <u>Decticus verticivorus L.</u>
Перепончатокрылые <u>Hymenoptera</u>	Пчелы настоящие <u>Apidae</u>	Шмель норовой <u>Bombus lucorum L.</u>
		Шмель луговой <u>Bombus pratorum L.</u>
		Пчела медоносная <u>Apis melifera L.</u>
	Осы настоящие <u>Vespidae</u>	Оса обыкновенная <u>Vaspula vulgaris L.</u>
		Оса германская <u>Vaspula germanica F.</u>
		Оса средняя <u>Dolichvespula media L.</u>

Таблица 2. Пример табличного оформления видового состава

2. **Графики.** Их следует использовать для демонстрации динамики. Это может быть, как численность популяции, так и размеры тела, соотношение полов, количество потомства за определенный промежуток, рацион питания, зависимость численности от места обитания и т.п. Примером подобного использования графика может быть следующие:

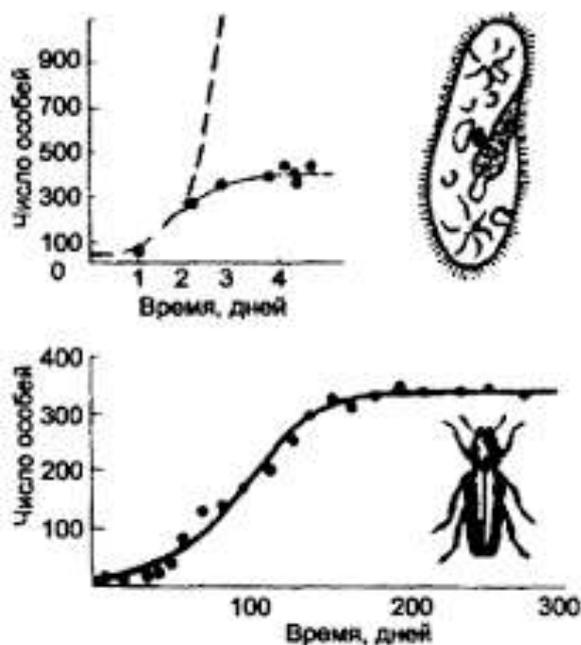


График №1. Пример использования графика для демонстрации роста популяции в искусственной среде обитания

3. **Схемы.** Под данный метод иллюстрации материала попадает: систематика группы животных, инструкции по сбору полевого оборудования.



Примерами могут послужить следующие иллюстрации:

Рисунок 1. Схематичное изображение простейшей классификации типа «Моллюски»

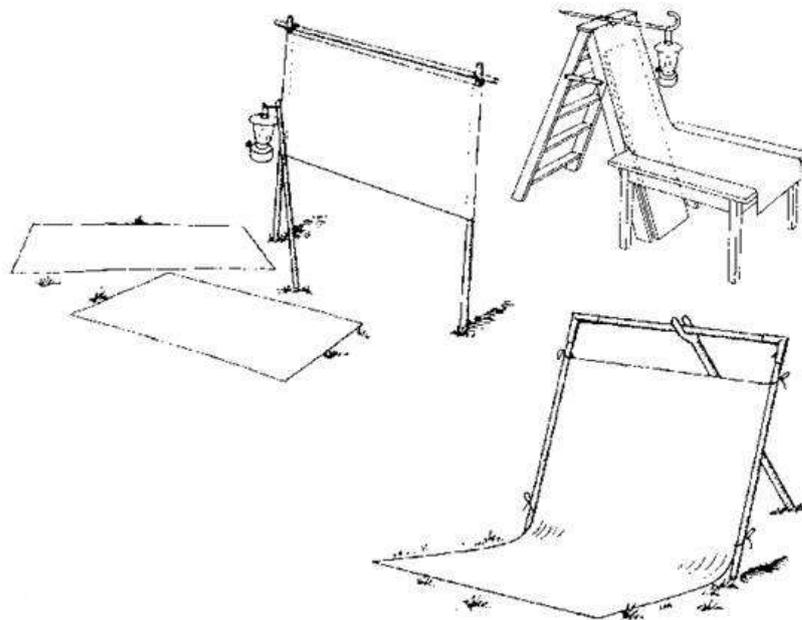


Рисунок 2. Схема установки ситовых ловушек при ловле насекомых

IV. Представление результатов исследования

Представление исследования, особенно в современности, имеет решающее значение во всей работе. Наличие стандартов представления является характерным атрибутом исследовательской деятельности и выражено достаточно жестко в отличие, например, от деятельности в сфере искусства. Таких стандартов в науке несколько: тезисы, научная статья, устный доклад, диссертация, монография, популярная статья. В каждом из стандартов определены характер языка, объем, структура. При представлении руководитель и учащийся должны с

самого начала определиться с тем жанром, в котором он работает, и строго следовать его требованиям.

Наиболее популярны на юношеских конференциях: тезисы, статьи, доклады.

Публичное выступление (доклад). Время доклада на конференции чаще всего составляет не более 10 минут. За это время нужно изложить суть работы, введение должно быть кратким. Подготовку доклада лучше всего начать с продумывания его структуры. Доклад можно разделить на 3 части.

Первая часть, по сути, кратко повторяет **введение исследовательской работы**. Здесь обосновывается актуальность выбранной темы, описывается научная проблема, формулируются задачи исследования и указываются его основные методы. Очень важно правильно настроить слушателей с самого начала выступления, для этого можно начать выступление с приведения примера, интересной цитаты, с истории, случая, задания проблемы или оригинального вопроса.

Во второй части нужно представить **содержание глав**. Особое внимание комиссия обращает на итоги проведенного исследования, на личный вклад в него автора. Поэтому не забудьте после краткого изложения содержания глав отдельно подчеркнуть, в чем состоит новизна предлагаемой вами работы. При изложении основных результатов можно использовать заранее подготовленные схемы, чертежи, графики, таблицы, видеоролики, слайды, видеофильмы. Демонстрируемые материалы должны оформляться так, чтобы они не перегружали выступление и были видны всем присутствующим в аудитории.

В третьей части целесообразно кратко изложить **основные выводы** по результатам исследования, не повторяя тех выводов, которые уже были сделаны в ходе изложения содержания по главам. Постарайтесь в заключении создать кульминацию выступления, предложите слушателям поразмышлять над

проблемой, покажите возможные варианты дальнейших исследований, используйте цитату по теме известного ученого.

Особое внимание обратите на **речь**, она должна быть ясной, грамматически точной, уверенной, выразительной.

После доклада вам необходимо **ответить на вопросы**, касающиеся вашей работы. Доклад может сопровождаться демонстрацией заранее подготовленных таблиц, графиков, плакатов, стендов. Выигрышнее выглядит подача материала с использованием технических средств: компьютера, видеотехники, и т.д.

Внешний вид. Экстравагантные одежда, прическа, макияж вряд ли будут уместны для атмосферы научной конференции.

Манера поведения. Вы не отвечаете, не сдаете экзамен. Вы хотите рассказать нечто интересное и благодарны аудитории за то, что вас слушают. Если задают вопросы, значит, ваше сообщение вызвало интерес, и тон вашего ответа должен быть соответствующим. Конечно, какой-либо вопрос может вызвать у вас затруднения. Чтобы их было меньше, необходимо, конечно, свободно владеть материалом и не только тем, который вы излагаете в докладе непосредственно, но, желательно, быть компетентным в той области, которой посвящена ваша работа. Если все-таки с ответом на поставленный вопрос возникла проблема, не следует впадать в «столбняк». Можно прибегнуть к формам, вроде: «Этот вопрос непосредственно не входил в тему моей работы», «Сейчас я затрудняюсь сформулировать точный ответ», «Если я вас правильно понял, ...» – и дальше отвечать не совсем на поставленный вопрос, а на близкий к нему, но такой, на который вы в состоянии ответить.

Начало доклада. Задача в этой части: вызвать интерес к себе и к тому, что вы будете говорить. Если вас не представили, следует начать с этого: «Меня зовут..., я представляю школу..., тема моей работы ...». Хорошо начать доклад с относящегося к теме афоризма, высказывания известного ученого и т.п. Если содержание вашей работы или рассматриваемые понятия и термины связаны с

именем известного ученого, желательно назвать его полное имя, годы жизни или работы, кратко – вклад в науку.

Конец доклада. Доклад можно закончить фразой типа: «Я закончил. Спасибо. Готов ответить на ваши вопросы».

Использование текста. Текст доклада, как правило, необходимо и целесообразно готовить заранее. Использовать ли его во время доклада? Это не запрещается, некоторые так и делают. Однако есть риск при выступлении (с учетом большой эмоциональной нагрузки и стресса) «увязнуть в читке» – докладчик утрачивает нить и логику изложения, не может оторваться от текста, который читает без расстановки смысловых акцентов и логических ударений. Есть другая крайность: текст выучивают наизусть и затем читают, как стихотворение, используя, в том числе, художественные приемы. Такая форма подачи также плохо подходит для научного доклада. Оптимальным представляется вариант, когда у докладчика на руках имеется план-конспект доклада. Это придает определенную уверенность и позволяет докладчику излагать материал последовательно, не пропустить существенных моментов в сообщении. Если при этом речь докладчика будет менее гладкой и правильной, чем при чтении по заготовленному тексту или при декламации заученного текста – это вполне допустимые огрехи.

Демонстрационные средства. Таблицы, графики, рисунки, наглядные пособия, используемые при выступлении с докладом, должны быть тщательно продуманы. Следует отобрать только то, что действительно необходимо при изложении материала. Перегруженность демонстрационными средствами рассеивает внимание слушателей и может снизить общее впечатление от выступления. Следует обратить особое внимание на то, как демонстрационные средства будут вплетаться в ткань устного сообщения, раскрывать и дополнять его. Таблицы, графики должны быть выполнены таким образом, чтобы аудитория могла рассмотреть, что на них изображено и написано. Не следует во время доклада зачитывать слушателям, что написано в ваших таблицах. Достаточно

показать указкой в нужное место со словами: «Здесь приведены результаты (расчеты, формулы и т.п.)...». Вполне приемлемой формой являются записи на доске (не очень длинные), сопровождающие устное изложение.

Подготовка доклада. Доклад нужно как следует отрепетировать: вначале самостоятельно, затем в присутствии родных, друзей, перед классом. При этом репетиции следует проводить с демонстрационными средствами (таблицы, графики, рисунки) и наглядными пособиями, которые будут представлены на конференции.

Распределение времени. Обычно регламентом конференции на доклад отводится определенное время (7 –10 минут). Если докладчик не уложился в отведенное время, его могут просто прервать. Такая ситуация крайне нежелательна. Поэтому при подготовке и репетициях доклада временному фактору следует уделить особое внимание. Лучше зарезервировать 2-3 минуты на непредвиденный случай.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Раздел 1. Беспозвоночные животные

1.1. Систематика беспозвоночных животных

Беспозвоночные (лат. Invertebrata), этот термин был предложен еще Ж. Б. Ламарком. Он использовал его в качестве обобщающего названия для червей и членистоногих. В те времена, эта группа животных противопоставлялась «позвоночным» животным, и не несла никакой таксономической роли, просто являясь названием для сборной группы организмов.

В настоящее время термин «беспозвоночные» также не является отдельным таксоном. К данной парафилетической группе животных относят следующие типы: надтип простейшие, губки, кишечнополостные, плоские черви, круглые черви, кольчатые черви, моллюски, иглокожие, членистоногие. На данный момент около 95% всех описанных видов животных относятся к группе «беспозвоночные», что в очередной раз доказывает их влияние на животный мир и подкрепляет значимость изучения их биоразнообразия.

В школьном курсе всю группу беспозвоночных животных разделяют на следующие типы: инфузории, саркодовые, жгутиковые, губки,

кишечнополостные, плоские черви, круглые черви, кольчатые черви, моллюски, иглокожие, членистоногие.

Современные представления о систематике беспозвоночных животных стремительно изменяются. Благодаря генетическим методам исследования открываются новые подробности о «родственных» связях между различными систематическими группами. В пособии представлены современные представления о систематике животных.

Что касается типов Губки и Иглокожие, мы не будем подробно рассматривать их характеристики и методы изучения, так как эти таксоны не имеют каких-либо уникальных методик сбора, а актуальность их изучения обуславливается преимущественно мониторингом численности популяций

1.2. Значение беспозвоночных животных

Значение группы «Беспозвоночные животные» определяет актуальность тематик изучения их биоразнообразия.

Миллиарды беспозвоночных животных, населяющие буквально все уголки земного шара, естественно, оказывают влияние на весь живой мир, как животный, так и растительный, а в некоторых случаях и на неживую природу. Постоянно сталкивается с беспозвоночными и человек. Одни беспозвоночные являются полезными животными, которых человек использует, а иногда и разводит (медоносная пчела, шелковичный червь, устрица и некоторые другие). Другие беспозвоночные (а таких большинство) приносят вред, и с ними постоянно приходится вести упорную борьбу.

Беспозвоночных с точки зрения их полезности можно рассматривать в следующих направлениях:

1. Пищевое сырье:

Сюда относится, в первую очередь, медоносная пчела, разводимая человеком с древнейших времен и ставшая, по сути дела, настоящим домашним

животным. Разведение пчел дает не только такой первоклассный пищевой продукт, как мед, но и технически ценный продукт — воск. Из других групп сюда относится ряд моллюсков, главным образом двустворчатых, ряд ракообразных, некоторых из них, человек специально выращивает.

2. Техническое сырье:

Сюда относятся в первую очередь некоторые чешуекрылые которые вырабатывают шелковую нить (тутовый и дубовый шелкопряды). Бабочки эти с древних времен разводятся человеком. Кроме того, сюда относится ряд моллюсков, раковины которых используются как сырье для производства перламутровых изделий или добычи жемчуга, красный коралл, некоторые насекомые, например кошениль, из которых вырабатывается краска — кармин. Сюда же можно отнести и медицинскую пиявку, в настоящее время не только добываемую в природе, но и искусственно разводимую для медицинских целей.

3. Опылители:

Сюда относится большое число различных насекомых, причем роль их в этом отношении огромна. Надо отметить, что большую роль в опылении некоторых сельскохозяйственных растений, например красного клевера, играет медоносная пчела.

4. Кормовая база животных:

Сюда относятся (как кормовые объекты для рыб) коловратки, различные ракообразные, моллюски, свободноживущие черви, некоторые иглокожие, личинки насекомых, а для наземных форм главным образом различные насекомые, их личинки и отчасти земляные черви.

5. Истребители животных, которые несут вред человеку:

Сюда относятся главным образом некоторые насекомые, в первую очередь наездники, откладывающие яйца в гусениц вредных бабочек и таким образом снижающие численность вредных видов. Некоторую роль в уничтожении

вредных насекомых играют и хищные многоножки, а также паразитические круглые черви.

6. Создатели биокостного вещества:

Сюда относятся главным образом земляные, или дождевые, черви, разрыхляющие почву и вносящие в нее органические остатки. На громадную, хотя и малозаметную роль этих червей указал еще в свое время Ч. Дарвин, посвятивший наблюдению над образом жизни червей многие годы и написавший специальный труд «Образование растительного слоя земли деятельностью дождевых червей». В жизни почвы довольно существенную роль играют также ряд личинок насекомых, некоторые взрослые насекомые и почвенные одноклеточные (амеба, жгутиковые и инфузории).

Важно будет также отметить, что при изучение биоразнообразия какой-либо группы животных актуальность вашего исследования всегда будет подкрепляться еще и следующими факторами: необходимость постоянного мониторинга численности видов и популяции с целью присвоения им экологических и природоохранных групп, участие изучаемых животных в пищевых сетях ареалов и биотопов, влияние выбранной группы животных на здоровье и деятельность человека, влияние антропогенных факторов на образ жизни и поведения животных.

Раздел 2. Тип Простейшие

2.1. Систематика Простейших

К типу простейших относятся организмы, тело которых состоит из цитоплазмы и одного или нескольких ядер. Протоплазма в теле простейших образует одну клетку, поэтому их называют одноклеточными (Monocytozoa). Клетка простейшего – самостоятельная особь, выполняющая все функции целостного организма.

Если брать во внимание современную систематику простейших, то её можно представить следующим образом:

- Подцарство Простейшие, или Одноклеточные (Protozoa)
 - Тип Саркомастигофоры (Sarcomastigophora)
 - Подтип Жгутиконосцы (Mastigophora)
 - Класс Растительные жгутиконосцы (Phytomastigophorea)
 - Класс Животные жгутиконосцы (Zoomastigophorea)
 - Подтип Опалины (Opalinata)
 - Подтип Саркодовые (Sarcodina)
 - Класс Корненожки (Rhizopoda)
 - Класс Радиолярии, или Лучевики (Radiolaria)

- Класс Солнечники (Heliozoa)
- Тип Апикомплексы (Apicomplexa)
 -
 - Класс Перкинсеи (Perkinsea)
 - Класс Споровики (Sporozoea)
- Тип Миксоспоридии (Muxozoa)
 -
 - Класс Миксоспоридии (Muxosporea)
 - Класс Актиноспоридии (Actinosporea)
- Тип Микроспоридии (Microspora)
- Тип Инфузории (Ciliophora)
 -
 - Класс Ресничные инфузории (Ciliata)
 - Класс Сосущие инфузории (Suctoria)
- Тип Лабиринтулы (Labirinthomorpha)
- Тип Асцетоспоридии (Ascetospora)

Простейшие появились около 1,5 млрд. лет назад.

Простейшие относятся к примитивным одноклеточным эукариотам (надцарство Eucariota). В настоящее время считается общепризнанным, что эукариоты произошли от прокариот. Существуют две гипотезы происхождения эукариот от прокариот: а) сукцессивная, б) симбиотическая. Согласно сукцессивной гипотезе, мембранные органоиды возникают постепенно из плазмалеммы прокариот. Согласно симбиотической гипотезе (эндосимбиотической гипотезе, гипотезе симбиогенеза), эукариотическая клетка возникает в результате серии симбиозов нескольких древних прокариотических клеток.

Из семи типов простейших четыре (асцетоспоридии, апикомплексы, микроспоридии, миксоспоридии) являются паразитами и поэтому в процессе эволюции могут возникнуть только после появления многоклеточных животных,

их хозяев. Лабиринтулы вследствие особенностей своего строения рассматриваются как вариант переходных форм от одноклеточности к многоклеточности. Инфузории— самые высокоорганизованные простейшие, многие из них обладают надклеточным уровнем организации. Отсюда следует, что предков простейших следует искать среди саркомастигофор. Большинство ученых считает, что первые простейшие были бесхлорофилльными амебоидными жгутиконосцами. Подобные виды существуют в настоящее время, они объединены в группу ризомастигин (например, *Mastigamoeba aspera*). От них произошли остальные группы простейших и многоклеточные животные. Одной из ступеней, ведущих к появлению многоклеточных, являются колониальные жгутиковые простейшие.

2.2. Полевые и лабораторные методы изучения

Одним из основных лабораторных методов изучения строения простейших является наблюдение их в живом состоянии с помощью светового микроскопа. Весьма важно регулировать при этом освещение. В ярком проходящем свете при открытой диафрагме и поднятом осветителе детали строения прозрачных простейших почти неразличимы. Необходимо, регулируя отверстие диафрагмы и положение осветителя, несколько затемнять поле зрения. При достаточном навыке можно рассмотреть почти все подробности строения простейшего.

Свободно живущих простейших необходимо рассматривать в естественной для них среде — пресной или морской воде, или же в той жидкости, в которой они культивируются; паразитических — в тканевой или полостной жидкости хозяина. В случае необходимости можно пользоваться физиологическим раствором.

Простейшее в капле соответствующей жидкости помещается на предметное стекло и накрывается покровным. При длительном наблюдении для предотвращения испарения воды и связанного с этим повышения концентрации солей края покровного стекла надо обмазывать парафином или вазелином.

Для длительного наблюдения следует пользоваться также висячей каплей во влажной камере. Для того, чтобы предохранить объекты от раздавливания покровным стеклом, на нем часто делают восковые ножки. Для этого углами покровного стекла осторожно царапают воск, предварительно размягченный пальцами. Благодаря этому на углах покровного стекла образуются небольшие восковые ножки, препятствующие опусканию стекла и раздавливанию объекта. Лучше брать не чистый воск, а приготовленную при нагревании смесь его с терпентином (2,5 г воска и 1 г терпентина). Для этой же цели под покровное стекло подкладывают тонкие стеклянные нити, волосы и т. п.

Изучение часто затрудняет подвижность простейших, особенно инфузорий. Для уменьшения подвижности можно перенести простейших в каплю не густого раствора вишневого клея или чистого гуммиарабика, но надо иметь в виду, что нередко при этом происходит деформация тела животного. Хорошие результаты дает подкладывание под покровное стекло, волокна фильтровальной бумаги, гигроскопической ваты и т. п. Благодаря этому инфузории останавливаются около волоконца часто на довольно продолжительное время. Наконец, можно осторожно надавливать на простейших покровным стеклом, отсасывая воду фильтровальной бумагой. У некоторых инфузорий (стенатор, сувойки) можно добиться тепловой анестезии, очень осторожно нагревая их до 30—35°.

Все предметные и покровные стекла, камеры, часовые стекла и т. п., в которые помещаются простейшие для наблюдения, должны быть совершенно чистыми и употребляться только для прижизненных наблюдений. Мыть стекла нужно сначала мылом, потом горячей проточной водой и наконец дистиллированной водой. Если они были в соприкосновении с фиксаторами, ядами и т. п., то их нельзя употреблять для живых простейших. Стекла следует вытирать платками, употребляемыми исключительно для этой цели. Несоблюдение всех этих правил влечет за собой гибель простейших.

Для прижизненного изучения строения простейших следует широко пользоваться темным полем, в котором ряд деталей их строения виден

значительно лучше, чем при обычном освещении (жгуты, реснички, мембранеллы, цирры, скелетные нити, различные зерна и т. д.).

Для изучения токов жидкости, вызванных движением простейших, и процессов образования в них пищеварительных вакуолей в воду надо добавлять мелкорастертый кармин или тушь (не жидкую, натереть с палочки сухой туши!). Цвет взвеси должен быть серым для туши и светло-розовым для кармина. Через 10—15 минут в теле инфузорий будут хорошо заметны черные или красные пищеварительные вакуоли.

Места сбора. Обычные места обитания простейших – влажные и водные стоячие биотопы (пруды, старицы, канавы и пр.). В текучих водоемах их обычно меньше, но не всегда.

В зависимости от величины, освещенности, прогреваемости, степени загрязнения водоемы по-разному заселены простейшими. Так, в стоячих водоемах с чистой прозрачной водой обычен трубоч (р. *Stentor*). Инфузории группами сидят на различных мелких донных предметах. Подобным же образом скапливаются в больших количествах на водных предметах, сувойки, (р. *Vorticella*), образуя видимый на глаз налет.

В олигосапробных (слабо загрязненных) водоемах многочисленны колониальные зеленые жгутиконосцы (р. *Eudorina*, р. *Volvox*).

В водоемах средней загрязненности органическими веществами (мезосапробных) много эвглен (р. *Euglena*). Различные их виды живут в разных условиях: на поверхности дна или вблизи его, в сырой земле у самого берега, в поверхностном слое ила, образуя ярко-зеленые пятна (пленки). В таких же или даже более загрязненных (полисапробных) водоемах обитают виды р. *Chlamidomonas*, массовое размножение которых является основной причиной цветения водоемов в наших условиях. Полисапробные водоемы предпочитают животные жгутиконосцы р. *Vodo*.

В стоячих водоемах с гниющими на дне листьями и другими органическими остатками, а также в мелких затененных, медленно текущих, заросших водной растительностью водоемах обитают различные амёбы. Вопреки распространённому мнению, р. Амёба (в частности, *A. proteus*) встречается редко. Чаще можно обнаружить мелких моноподиальных амёб р. *Vahlkampfia*. Обычны виды раковинных амёб (р. *Centropyxis*, р. *Arcella*, р. *Diffugia*), а также филозеи р. *Euglypha*. В больших количествах раковинные корненожки встречаются в торфяном мхе.

Некоторые инфузории, в частности, кинетофрагминофоры р. р. *Coleps*, *Chilodonella Dileptus*, *Litonotus Loxodes*, олигохименофоры р. р. *Paramecium*, *Frontonia Cyclidium*, полихименофоры из гипотрихид (р. р. *Hypotricha Euplotes*, *Aspidisca*, *Stylonychia*, *Oxytricha*) и гетеротрихид (р. р. *Spirostomum*, *Halteria*) встречаются в различных типах водоемов, кроме сильно загрязненных.

Лучшие места для взятия проб – пологие берега с гниющими растительными остатками, где происходит обильный рост бактерий, служащих основной пищей для многих простейших. Пробы лучше брать с берега, не более чем в нескольких сантиметрах от поверхности дна, где условия для жизни простейших наиболее оптимальны.

Техника сбора. Обитателей толщи воды можно собирать планктонной сеткой (из газа) или планктонным сачком (микросачком). Можно изготовить такой сачок самостоятельно из подручных материалов (каркас из твердой проволоки, в качестве ткани – старые колготки). Осадок помещают в банку и заливают большим количеством воды из того же водоема.

При сборе донных простейших вместе с водой зачерпывают со дна ил. Это можно делать как планктонным сачком, так и с помощью банки (объемом 200-500 мл). При опускании в воду отверстием вниз, емкость быстро поворачивают отверстием кверху около дна водоема. При этом выходящий воздух взмучивает

ил, который и зачерпывается сосудом. Кроме того, в сосуд помещают старые листья, водоросли, другие водные растения, кору, веточки и пр.

Для получения простейших из влажных субстратов (почвы, мха) используют выжимки из них. Верхние части (стебли мха) отжимают рукой, прополаскивают в отжатой жидкости и снова отжимают. В отстоявшемся остатке этой жидкости обнаруживаются простейшие.

Для получения возможно более разнообразной фауны простейших берется большое количество проб из разных водоемов. Сосуды для проб должны быть чистыми, ранее не использованными для хранения реактивов. Их обязательно нужно несколько раз прополоскать водой из водоемов, откуда берутся пробы.

При перевозке простейших необходимо защищать их от перегрева.

2.3. Общая характеристика

К подцарству Простейшие относятся одноклеточные животные. Некоторые виды образуют колонии.

Клетка простейших имеет такую же схему строения как клетка многоклеточного животного: ограничена оболочкой, внутреннее пространство заполнено цитоплазмой, в которой находятся ядро (ядра), органоиды и включения.

Клеточная оболочка у одних видов представлена наружной (цитоплазматической) мембраной, у других – мембраной и пелликулой. Некоторые группы простейших формируют вокруг себя раковинку. Мембрана имеет типичное для эукариотической клетки строение: состоит из двух слоев фосфолипидов, в которые на различную глубину «погружаются» белки.

Количество ядер – одно, два или более. Форма ядра – обычно округлая. Ядро ограничено двумя мембранами, эти мембраны пронизаны порами. Внутреннее содержимое ядра – ядерный сок (кариоплазма), в котором находятся хроматин и ядрышки. Хроматин состоит из ДНК и белков и представляет собой

интерфазную форму существования хромосом (деконденсированные хромосомы). Ядрышки состоят из рРНК и белков и являются местом, в котором образуются субъединицы рибосом.

Наружный слой цитоплазмы обычно более светлый и плотный – эктоплазма, внутренний – эндоплазма.

В цитоплазме находятся органоиды, характерные как для клеток многоклеточных животных, так и органоиды, свойственные только этой группе животных. Органоиды простейших, общие с органоидами клетки многоклеточного животного: митохондрии (синтез АТФ, окисление органических веществ), эндоплазматическая сеть (транспорт веществ, синтез различных органических веществ, компартментализация), комплекс Гольджи (накопление, модификация, секреция различных органических веществ, синтез углеводов и липидов, место образования первичных лизосом), лизосомы (расщепление органических веществ), рибосомы (синтез белков), клеточный центр с центриолями (образование микротрубочек, в частности, микротрубочек веретена деления), микротрубочки и микрофиламенты (цитоскелет). Органоиды простейших, характерные только для этой группы животных: стигмы (световосприятие), трихоцисты (защита), актостиль (опора), сократительные вакуоли (осморегуляция) и др. Органоиды фотосинтеза, имеющиеся у растительных жгутиконосцев, называются хроматофорами. Органоиды движения простейших представлены псевдоподиями, ресничками, жгутиками.

Питание – гетеротрофное; у растительных жгутиконосцев – автотрофное, может быть миксотрофным.

Газообмен происходит через клеточную оболочку, подавляющее большинство простейших – аэробные организмы.

Ответная реакция на воздействия внешней среды (раздражимость) проявляется в виде таксисов.

При наступлении неблагоприятных условий большинство простейших образуют цисты. Инцистирование – способ переживания неблагоприятных условий.

Основной способ размножения простейших – бесполое размножение: а) деление материнской клетки на две дочерних, б) деление материнской клетки на множество дочерних (шизогония), в) почкование. В основе бесполого размножения лежит митоз. У ряда видов имеет место половой процесс – конъюгация (инфузории) и половое размножение (споровики).

Среды обитания: морские и пресные водоемы, почва, организмы растений, животных и человека.

Раздел 3. Тип Кишечнополостные

3.1. Систематика Кишечнополостных

Тип «Кишечнополостные» обладает достаточно четкой систематикой. Это отчасти объясняет отсутствие «расхождений» и таксономических группах данных животных в современном научном сообществе и школьной программе. Из это следует, что систематика приведенная ниже была взята из школьного курса и дополнена современными научными представлениями и составе классов и отрядов.

ТИП – КИШЕЧНОПОЛСТНЫЕ (Coelenterata)

КЛАСС – Гидроидные (Hydrozoa)

ПОДКЛАСС – Гидроиды (Hydroidea)

ОТРЯДЫ:

- Лептолиды (Leptolida)
- Гидрокораллы (Hydrocorallia)
- Хондрофоры (Chondrophora)
- Трахилиды (Trachylida)
- Гидры (Hydrida)

ПОДКЛАСС – Сифонофоры (Siphonophora)

КЛАСС – Сцифоидные (Scyphozoa)

ОТРЯДЫ:

- Корономедузы (Coronatae)
- Дискомедузы, или флагомедузы (Semaestomeae)
- Корнероты (Rhizostomeae)
- Кубомедузы (Cubozoa)
- Ставромедузы (Stauromedusae)

КЛАСС - Коралловые полипы (Anthozoa)

ПОДКЛАСС – Восьмилучевые кораллы

ОТРЯДЫ:

- Альционарии, или мягкие кораллы (Alcyonacea)
- Роговые кораллы (Gorgonaria)
- Морские перья (Pennatulacea)
- Солнечные кораллы (Heliporacea)

ПОДКЛАСС - Шестилучевые кораллы (Hexacorallia)

ОТРЯДЫ:

- Актинии, или морские анемоны (Actiniaria)
- Мадрепоровые кораллы (Scleractinia)
- Зоантарии (лат. Zoantharia)

- Чёрные кораллы, или шипастые кораллы, или антипатарии (лат. Antipatharia)
- Цериантарии (Ceriantharia)

3.2. Методы изучения кишечнополостных

Учитывая ряд трудностей связанных с местами обитания и биотопами большинства кишечнополостных, целесообразно будет исследовать в рамках школьного проекта пресноводные формы. Разберем методики их изучения на примере «пресноводной гидры».

Чаще всего, пресноводные формы кишечнополостных можно обнаружить на берегах рек, озер и прудов, прикрепившись к подводным частям водных растений. Собрать этих животных нетрудно, достаточно подцепнуть самодельным сочком из рыболовной сетки или колготок само растение, к которому прикреплено животное. После сбора рекомендуется поместить животное в банку заполненную водой из того же водоема где был проведен сбор. Растение также рекомендуется поместить в эту банку.

Для дальнейшего изучения влияния на организм гидры различных абиогенных факторов и установления влияния её жизнедеятельности на другие организмы, в лаборатории устанавливается аквариум. Он заполняется водой из водоема откуда проходил сбор. Однако, если вы хотите собрать данные о влиянии таких факторов как: соленость, кислотность, взаимоотношения с другими организмами и т.п, то состав воды можно изменить. Основным методов здесь будет являться эксперимент и статистическая обработка данных. Отмерьте строгие временные рамки, изучайте воздействия каждого отдельно фактора на протяжении 10 дней, так вы получите достаточно данных для того, чтобы подтвердить или опровергнуть свои гипотезы, и при этом ваш эксперимент не затянется на долго. Собранные данные рекомендуется оформить с подобную таблицу:

Таблица 3. Пример оформления данных лабораторных исследований группы «Кишечнополостные»

Вид кишечнополостного	Время эксперимента	Условие эксперимента	Численный параметр эксперимента (показатель рН воды)	Полученные данные

3.3. Общая характеристика

Кишечнополостные - двухслойные животные, третий слой у них находится только в зачатке. За исключением нескольких пресноводных видов (гидроидные полипы), кишечнополостные обитают в морях. Различают две главные формы строения кишечнополостных: сидячую (бентическую) - полип и плавающую (планктонную) - медузу.

Тело полипа вытянуто в виде мешочка, обычно довольно узкого, на переднем конце которого имеются длинные, очень подвижные, способные к быстрым сокращениям щупальца, служащие для захвата добычи. Задним концом тела полип прикрепляется к какому-нибудь субстрату (к камням, растениям, другим животным и т.д.).

Медузы по форме напоминают блюдечки, чашечки, зонтики и им подобные предметы, вогнутая сторона которых обращена книзу, а выпуклая - кверху.

На основании изучения наружного и внутреннего строения кишечнополостных можно сделать вывод о плане строения этих животных. Полипов и медуз можно разделить вертикальными плоскостями, проходящими через центр тела, на сходные половины несколько раз. Это объясняется тем, что строение рассматриваемых животных еще мало дифференцировано и разные части их тела весьма похожи. Таким образом, для кишечнополостных характерна лучевая, или радиальная, симметрия тела, которая свидетельствует о сравнительной простоте организации. У более сложных по строению групп

животных дифференциация на разные отделы тела прогрессирует и радиальное расположение органов постепенно исчезает.

Стенки тела состоят из двух слоев клеток: наружного и внутреннего, окружающего кишечную полость. У полипов между обоими слоями имеется уплотненная пластинка, у медузы - сильно развитая студневидная масса (мезоглея). В наружном слое кроме покровных клеток имеются очень характерные для кишечнополостных и ни у кого из других многоклеточных животных не встречающиеся стрекательные клетки. Каждая такая клетка имеет ядро, ряд органоидов и капсулу со спирально закрученной длинной, тонкой нитью, в основании которых могут быть расположены острые шипы, а спереди на клетке находится особый шип, воспринимающий раздражения от проплывающих в воде животных (рачков, других мелких беспозвоночных, а иногда и позвоночных). Стрекательные клетки различны по функциям: одни служат главным образом для опутывания жертв и их удержания, другие - для продырявливания покровов добычи при помощи упомянутых выше шипов, третьи - для отравления выделяемыми ими ядовитыми веществами пойманных животных.

Нервная система. У всех кишечнополостных имеются нервные клетки, развивающиеся главным образом в наружном слое, но имеющиеся в небольшом количестве и во внутреннем слое. Эти клетки, соединяясь друг с другом своими отростками, образуют очень примитивную нервную систему в виде сети. Таким образом, у кишечнополостных нет еще разделения нервной системы на центральный отдел, в котором сосредоточены нервные клетки, и периферический, т.е. нервов, образующихся из длинных отростков нервных клеток. Однако нужно отметить, что даже у некоторых полипов имеются скопления нервных клеток, а у медуз, ведущих более активный образ жизни, чем полипы, подобие нервных центров образуются или в виде кольца, или в виде скоплений в некоторых местах по краям зонтика. Благодаря наличию нервной системы, хотя и примитивной, кишечнополостные в отличие от губок быстро реагируют на разные раздражения,

без чего был бы невозможен активный захват ими добычи, часто превосходящей их по своей величине.

У медуз в отличие от полипов есть глаза и органы, воспринимающие изменения положения тела в пространстве, -статоцисты. Глаза обычно имеют очень простое строение и состоят из клеток, содержащих черный или бурый пигмент и поглощающих лучи, и чувствительных клеток, передающих дальше световые раздражения отросткам нервных клеток. У некоторых медуз (главным образом у больших) глаза устроены сложнее и могут иметь подобие хрусталика, собирающего лучи. Статоцист представляет собой округлый мешочек, наполненный жидкостью, на стенках которого находятся чувствительные клетки, а в середину вдается клетка с твердыми тельцами из углекислой извести -статолитами. При изменении положения тела медузы в пространстве клетка со статолитами меняет свое положение, что воспринимается чувствительными клетками и передается ими в нервную систему. Из последней идут импульсы к эпителиально-мышечным клеткам, которые своими сокращениями обеспечивают нужное в данных условиях положение тела.

У кишечнополостных имеются мышечные элементы, в основном представленные эпителиально-мышечными клетками. Каждая такая клетка состоит из двух частей: обычной эпителиальной и удлиненного мышечного отростка. Следовательно, полного разделения покровных и сократительных клеточных элементов здесь еще нет, что говорит о примитивности двигательной системы кишечнополостных. У более сложно устроенных представителей типа имеются наряду с эпителиально-мышечными клетками и отделенные от эпителия мышечные волокна. Благодаря тому что и мышечные отростки клеток, и волокна расположены в теле различно (параллельно продольной оси тела, перпендикулярно к ней и т.д.), возможны сокращения тела и его движения в разных направлениях. Упомянутые мышечные элементы расположены главным образом в наружном слое тела и в меньшем количестве - во внутреннем слое.

У сидячих форм особенно подвижны щупальца, что необходимо для захвата различных животных, которыми питаются кишечнополостные. У свободно передвигающихся медуз перемещение тела происходит реактивным способом: благодаря сокращению тела вода, находящаяся под их вогнутой брюшной поверхностью, выталкивается в одном направлении, а животное передвигается в противоположном.

Перенос веществ в организме происходит в основном путем диффузии. Но у медуз в передвижении веществ участвует и кишечная система, которая разветвляется по всему телу и тем самым способствует разносу различных веществ. Количество разветвлений кишечника находится в зависимости от величины тела: чем больше размеры медузы, тем разветвленнее ее пищеварительные каналы (в этом проявляется закон корреляции).

Газообмен совершается через поверхность тела, по-видимому, в основном через наружную, которая все время омывается водой.

Выделение продуктов диссимиляции тоже происходит через поверхность тела.

У кишечнополостных есть кишечная полость, начинающаяся ртом и замкнутая на заднем конце. Пища (мелкие, а иногда более крупные животные) захватывается щупальцами и попадает в полость кишки, где может распадаться на части. Клетки, окружающие кишечную полость, при помощи ложноножек захватывают пищевые кусочки и переваривают их. Таким образом, у кишечнополостных, как у губок и простейших, пищеварение внутриклеточное, но в некоторых случаях пищеварительные соки изливаются в полость кишечника и процессы разложения сложных органических веществ на более простые частично могут происходить в этой полости. Непереваренные остатки пищи выбрасываются наружу через ротовое отверстие. У более сложно устроенных кишечнополостных в кишечнике могут быть перегородки, увеличивающие его

поверхность, а у медуз, как уже было отмечено, он разветвляется в связи с выполнением функций переноса веществ.

Бесполое размножение, свойственное, как правило, полипам и отсутствующее, за некоторыми исключениями, у медуз, происходит обычно путем почкования. На теле полипа появляется бугорок (почка), который постепенно растет, строение его усложняется и он превращается во взрослый организм. Известны также и явления продольного деления полипов, но они редки. Своеобразные процессы бесполого размножения происходят во время развития сложных (сцифоидных) медуз.

Половым способом размножаются все кишечнополостные. Большинство представителей типа - раздельнополы, меньшинство - гермафродиты. Половые железы у низшего класса - гидроидных - развиваются в наружном слое тела, у остальных - во внутреннем слое, т.е. в стенке кишечника. Оплодотворение у одних наружное, т.е. половые клетки встречаются в воде, у других - внутреннее, т.е. оно совершается в теле женских особей, куда проникают сперматозоиды.

У немногих (например, у пресноводных гидр) развитие прямое, у остальных - с превращением. После завершения стадии гастрюлы (которой предшествуют стадии морулы, бластулы и паренхимулы) у подавляющего большинства кишечнополостных, развивающихся с превращением, образуется двухслойная личинка с зачатком кишечной полости - планула, передвигающаяся в воде при помощи ресничек. Планулы, благодаря подвижному образу жизни, способствуют расселению кишечнополостных, что особенно важно для сидячих форм.

Раздел 4. Тип Плоские черви

4.1. Систематика Плоских червей

В основе систематики плоских червей лежит их деление на четыре класса: ресничные, сосальщики, моногенеи и ленточные. В качестве свободноживущих форм представлены только ресничные черви – планарии. В современной систематике выделяется куда больше классов плоских червей, однако изучение

такой систематики в рамках НОУ общеобразовательных учреждений не представляется целесообразным, так как она основана преимущественно на генетических и биохимических исследованиях, которые недоступны обучающимся школы.

Рисунок 3. Систематика плоский червей



Подробнее углубляться в систематические категории представленных выше классов не рекомендуется, в силу трудности их идентификации в рамках школьного курса.

4.2. Методы изучения плоских червей

В данной методике мы пользуемся понятием не "проба" (как одноразовый отбор), а "станция" (как некоторое географически определенное место, где проводились исследования). При одноразовом отборе мы не сможем собрать все или хотя бы большую часть обитающих в исследуемой территории видов. Поэтому предполагается достаточно детальное (в полевых условиях не менее получаса) исследование того или иного участка водоема.

Прежде всего надо выбрать участок площадью ориентировочно 10 x 10 метров и обшарить его самым внимательным образом. Сбор животных можно производить сачками, или специально установленными «ловушками». Изготавливаются они как обычные сочки из марлевой ткани, или плотных колготок и очень мелкой сеткой. Но в отличие от них, устанавливаются статично на продолжительное время, по направлению течения. Как вы уже поняли,

ловушки обладают большей эффективностью в реках где есть достаточно интенсивное течение. Перед выходом в полевые условия рекомендуется изучить литературные источники на предмет видового состава исследуемой группы в изучаемой вами области, так как идентифицировать видовую принадлежность плоских червей прямо во время сбора особей зачастую затруднительно. После окончания исследования животных (какими бы противными они не казались) лучше всего выпустить обратно в водоем. Если у вас группа в несколько человек, лучше всего разделиться - один обшаривает коряги, другой - дно, третий - заросли, четвертый пытается поймать тех кто быстро плавает и т.д. Все это желательно делать аккуратно, иначе вся живность попрячется от взбаламученной вами грязи. Собираемых животных удобно рассаживать в фотокюветы - они плоские, слой воды там невысокий и всех хорошо видно. Однако, если таких нет, то подойдут и обычные маленькие баночки из под детского питания, заполненные водой с места сбора.

Но даже при самом тщательном осмотре вы не сможете заметить всех животных. Поэтому я рекомендую вам взять с собой некоторый материал, чтобы потом рассмотреть его в спокойной обстановке в лаборатории или дома. Перед началом исследования той или иной станции сначала приготовьте 3-4 банки. Налейте в них воду из водоема и положите в одну банку кусок "тины" - водной растительности, в другую - пригоршню грунта, в третью - коряжку и т.д. Банки соответствующим образом этикетируются - номер станции, дата, время. На привалах банки желательно периодически открывать, чтобы пустить ток воздуха.

В лаборатории поставьте банки на подоконник, не ставьте банки под прямые солнечные лучи! Когда обитатели успокоятся, вы сможете их увидеть - по стеклу начнут ползать планарии.

4.3. Общая характеристика

У плоских червей различают передний и задний концы тела, дорсальную и вентральную поверхности. Это свидетельствует о двухсторонней симметрии.

Пищеварительная система плоских червей имеет два отдела: передний и средний. Передний кишечник дифференцирован на рот, глотку, пищевод. У сосальщиков ротовое отверстие окружено присоской, которая является аппаратом для фиксации в организме хозяина. Средний кишечник может быть разветвлён и заканчивается слепо. Непереваренная пища удаляется через ротовое отверстие. У ленточных червей пищеварительная система редуцируется, так как они паразитируют в тонком кишечнике и имеют возможность всасывать все необходимые компоненты пищи всей поверхностью тела.

Выделительная система плоских червей. Представляют собой звёздчатые клетки, разбросанные в паренхиме, внутри которых имеются реснички. Продукты диссимиляции из паренхимы поступают в указанные клетки, от них — в многочисленные мелкие каналы, сливающиеся в один центральный (у сосальщиков) или два боковых (у ленточных червей) канала, заканчивающихся выделительной порой. Кроме функции удаления жидких продуктов диссимиляции, выполняют функцию осморегуляции.

Нервная система плоских червей устроена довольно примитивно, что связано с их паразитическим образом жизни. Этим же обусловлено и слабое развитие органов чувств (имеются только органы осязания и химического чувствования). Нервные клетки концентрируются в виде ганглиев (нервных узлов), которые у сосальщиков образуют окологлоточное кольцо. От ганглиев отходят две или три пары нервных стволов, идущих вдоль тела. Между собой нервные стволы соединяются комиссурами

Половая система, по сравнению с другими системами органов, явно гипертрофирована. Это связано с продукцией большого количества половых клеток. Практически все плоские черви гермафродиты. Гермафродитизм истинный.

Мужская половая система состоит из семенников (у сосальщиков они парные, ветвящиеся или лопастные; у ленточных - в виде многочисленных

пузырьков), семяпроводов, семяизвергательного канала, который проходит внутри совокупительного органа - цирруса, окружённого циррусной сумкой.

Женская половая система у плоских червей устроена очень сложно и отличается у разных классов и отрядов. Так, в классе сосальщиков матка и влагалище представлены одной трубкой.

Имеется центральный орган женской половой системы - оотип, где происходит оплодотворение. Имеется непарный яичник, тельце Мелиса, лауреров канал, семяприёмник.

Жизненный цикл проходит с участием трех хозяев. В зрелых яйцах паразита заключены уже вполне развитые мирацидии лишённые глазка. Яйца должны попасть в воду, но мирацидии не выходят до тех пор, пока не будут съедены первым промежуточным хозяином — моллюском битинией. Мирацидии в теле моллюска превращаются в спороцисты, в которых развиваются редии. Примерно через полгода в воду выходят крупные церкарии, длинный хвост которых снабжен плавательной мембраной. Церкарии оседают на тело пресноводных рыб (второй промежуточный хозяин - плотва, линь, лещ), проникаю через покровы и инцистируются в мускулатуре. Окончательным хозяином служат рыбацкие млекопитающие, в том числе и домашние-кошки. Распространено в Сибири, где традиционно употребляют много вяленой и слабо соленой рыбы.

Раздел 5. Тип Круглые черви

5.1. Систематика Круглых червей

Нематоды – обширная группа беспозвоночных первичноротых животных. Многочисленные представители круглых червей ведут свободноживущий или паразитический образ жизни.

Систематизация круглых червей до сих пор остаётся открытой и вызывает в научном сообществе множество дискуссий. Изначально все черви (круглые, плоские, кольчатые) объединялись в один тип – черви. В этой систематике класс круглые черви подразделялся на два подкласса:

- Аденофореи (Adenophorea)
- Сецерненты (Secernentea)

Различие подклассов состояло в наличии или отсутствии фазмид – осязательных органов. После объединения круглых червей в отдельную типовую группу была предложена классификация, выделяющая шесть классов:

- Нематоды (Nematoda)
- Брюхоресничные (Gastrotricha)
- Киноринхи (Kinorinchi)
- Волосатики (Gorciacea)
- Коловратки (Rotatoria)
- Скребни (Acanthocephala)

Впоследствии брюхоресничные, коловратки, волосатики, скребни были выделены в отдельные типы, а киноринхи стали классом клалды Циклонейралии. Класс Нематоды или, собственно, Круглые черви также был пересмотрен. Современная систематика (2021 год) выделяет три класса Круглых червей:

- Хромадории (Chromadorea)
- Эноплии (Enoplea)
- Дорилаимии (Dorylaimea)

В настоящее время классы включают 31 отряд, более 200 семейств и около 3000 родов. В настоящее время описано около 30 тысяч видов, однако разнообразие нематод предполагает около миллиона видов.

5.2. Методы изучения Круглых червей

Круглые черви, подобно дрозофилам, часто служат моделями, позволяющими исследовать воздействие определенных факторов на более крупные организмы. Это объясняется тем, что короткий период их жизни позволяет ученым пронаблюдать несколько поколений червей за небольшой интервал времени.

Почвенные пробы. Предварительно взвешенную пробу в капроновом сите опускают в воронку, на которую надета прозрачная силиконовая трубка. Пережимают свободный конец трубки зажимом Мора. Воронку заливают охлажденной до 12°C водой и оставляют на сутки при комнатной температуре или располагают над пробой лампу. Спустя сутки (при использовании лампы - через 12 часов) нематоды собираются на пережатом конце. Отпустив зажим, нематод собирают в пластиковые одноразовые стаканчики объемом 50-100 мл. Стаканчик покрывают пластиковой пищевой пленкой и оставляют в холодильнике до подсчета. Нематод можно также экстрагировать модифицированными методами Кобба и Оостенбринка, причем метод Кобба дает более точные результаты.

Метод Оостенбринка. Пробу помещают в литровый лабораторный стакан (предпочтительнее полиэтиленовый) с известной массой и взвешивают. Цельные почвенные пробы осторожно разламывают руками и заливают приблизительно 400 мл водопроводной воды (дистиллированной водой пользоваться нельзя!). Для разрушения пробы нельзя использовать нож или другие острые предметы, так как это приводит к гибели значительной части нематод. Пробу оставляют размокать, после размокания интенсивно, но осторожно перемешивают суспензию стеклянной или деревянной палочкой в течение 45 с. Затем суспензии дают отстояться в течение 15 с. Верхнюю часть суспензии, в которой скапливаются нематоды сливают через сито Кобба с ячейей 365 мкм в емкость объемом 1,5-2 литра.

При этом нужно следить за тем, чтобы основная масса почвы не попала в сборную емкость и жидкость не содержала слишком много взвеси и крупных

органических частиц. Также необходимо следить, чтобы попадающий на сито крупный органический материал не играл бы роль фильтра. Попавшие на сито Кобба органические частицы и прочее смываются струей воды на молочный фильтр в экстракционном сите; при этом не собирается фильтрат, а всего процедура проводится 3 раза. Фильтрат из сборной емкости пропускается трижды через сито Кобба 50 мкм. Каждый раз отфильтрованный материал откидывается на молочный фильтр. Надо стараться смыть с сита максимальное количество осадка. Затем экстракционное сито ставится в тарелку подходящего диаметра, которая аккуратно наполняется свежей водой, покрыв водой фильтр. Сито оставляется на 44 ч для проникания нематод через фильтр в тарелку. После экстракции сито с фильтром осторожно удаляются. Жидкость в тарелке отфильтровывается сквозь воронку с надетым фильтром из 20 мкм мельничного газа. Отфильтрованные нематоды смываются в счетную чашку Петри с размеченным дном и пересчитываются под биноклем с увеличением $\times 16$

Фиксация нематод. Воронки вставляют в пробирки, их стык уплотняют парафином или резиновым переходником. После подсчета нематод, заливают воду из счетных чашек Петри в воронки и дают отстояться в течении 2 ч для оседания нематод на дне пробирок. Осторожно отсасывают с поверхности излишнюю воду, таким образом, чтобы в пробирке осталось 1,5 мл жидкости. После этого ставят пробирку на водяную баню с температурой воды 63°C , выключают нагрев и дают пробе постоять на бане 2 мин. Затем добавляют 1,5 мл 8% раствора формальдегида (т.о., его концентрация в фиксирующей жидкости становится 4%). Хранить зафиксированные пробы рекомендуется при температуре 4°C . Нематод можно также зафиксировать горячим 70% спиртом с добавлением 5-10% глицерина.

Под строгим надзором преподавателя и соблюдением всех гигиенических норм, возможно проводить сбор личиночных и взрослых форм паразитических круглых червей из твердых останков жизнедеятельности животных. Для этого пробу необходимо поместить в плотно закрытую пробирку и залить соленым

раствором 40% концентрацией хлорида натрия. Выдержать пробу 7 дней и после рассмотреть ее на предметном стекле сначала под биноклярном или лупой, для обнаружения взрослых форм, затем под микроскопом, с целью обнаружения личиночных форм. Для видовой идентификации рекомендуется использовать учебные пособия по паразитологии медицинских университетов.

Еще живых свободноживущих круглых червей можно поместить в «земляной аквариум» с плотно закрывающейся крышкой, с целью дальнейшего изучения абиотических факторов на организм отдельных особей и групп нематод. Одним из подобных экспериментов можно провести с соляным раствором. Несколько капель наливается в один угол аквариума и наблюдаем за поведением червей находящихся на различном расстоянии от солевого раствора. Этот опыт наглядно показывает, что свободноживущие нематоды способны передавать информацию об изменениях окружающей среды представителя только своего вида.

5.3. Общая характеристика

Круглые черви – трехслойные нерасчлененные животные с билатеральной (двубокой) симметрией, тело которых покрыто кожно-мускульным мешком, а пространство между внутренними органами заполнено жидкостью.

Размеры тела. Свободноживущие виды достигают в длину в основном нескольких миллиметров, гораздо реже 30-50 мм. Паразитические нематоды гораздо крупнее. Самые мелкие виды не превышают 80 мкм.

Форма тела. Большая часть круглых червей имеет сильно удлиненное, круглое в поперечном сечении тело. Концы тела, как правило, заострены. Однако попадаются шарообразные, лимонообразные и бобовидные формы. Принято различать пищеводный отдел, середину и хвостовую часть тела.

Кожно-мускульный мешок. Снаружи тело нематод покрыто плотной многослойной кутикулой. Чаще всего она имеет кольчатое строение. Этот слой имеет важное опорное и защитное значение.

Под кутикулой располагается собственно кожа нематод – клеточный или синцитиальный эпителий, который называется гиподерма. Гиподерма образует на спинной и брюшной стороне, а также по бокам продольные утолщения – гиподермальные валики. В спинном и брюшном валиках расположены крупные нервные стволы, а в боковых – каналы выделительной системы. Гиподерма играет важную роль в дыхании нематод.

Мускулатура у нематод представлена одним слоем продольных мышечных клеток, прилегающих к гиподерме. Чаще всего мышечный слой разделяется на спинную и брюшную ленты, обеспечивающие подвижность тела червей. Имеются и более мелкие группы мышц, обеспечивающие подвижность внутренних органов – пищеводные, кишечные, анальные, вульварные, спиккулярные и некоторые другие. Эти мышцы идут от стенки тела к соответствующим органам.

Движение. В связи с устройством мышечной системы движения нематод крайне несовершенны. Эти животные могут лишь очень незначительно удлинять или укорачивать тело, если все мышцы действуют одновременно; Кольцеобразно сворачиваться, если работает только одна мышца и змеевидно изгибаться, если мышцы работают попеременно. Некоторые почвенные нематоды способны к прыжкам на несколько миллиметров.

Полость тела. В отличие от плоских червей, у которых пространство между стенкой тела и внутренними органами заполнено паренхимой, у круглых червей это пространство образует полость, заполненную жидкостью. Эта полость не имеет собственных стенок и ограничивается слоем мышц и внутренними органами. Такая полость называется первичной (синонимы: протоцель, гемоцель, схизоцель). Первичная полость наполнена жидкостью под значительным давлением (высокий полостной тургор), поддерживающим форму нематоды (опорная функция). В жидкости накапливаются продукты метаболизма, которые в дальнейшем выводятся из организма (выделительная функция).

Пищеварительная система нематод сквозная и состоит из трех отделов – передней, средней и задней кишки.

Передняя кишка начинается ротовым отверстием, окруженным губами. В ротовой полости могут находиться зубы, копые или стилет. За ротовой полостью следует пищевод, строение которого довольно разнообразно. Он может быть прямым или разделенным на отделы. У ряда видов на пищеводе имеются вздутия – бульбусы метакорпальный и кардиальный. Внутри кардиального бульбуса часто расположен мышечный дробильный аппарат, который гомогенизирует пищу. Между бульбусами заметен небольшой перешеек – истмус – который опоясывается нервным кольцом. Пищевод имеет кутикулярную выстилку. У некоторых групп присутствуют пищеводные железы, выделяющие ферменты.

Средняя кишка представляет собой трубку из однослойного эпителия. В этом отделе происходит переваривание и всасывание пищи.

Задний отдел кишки выстлан изнутри кутикулой и открывается на заднем конце тела у самок анальным отверстием, а у самцов – в полость клоаки.

Выделительная система. В пищеводной части тела расположены одна или две крупные клетки шейной железы. Эти клетки образуют один или два выделительных канала, которые тянутся в боковых валиках гиподермы вдоль всего тела. В передней части два канала соединяются в непарный проток, открывающийся наружу выделительной порой. У многих видов имеются несколько так называемых фагоцитарных клеток, которые захватывают посторонние вещества из полостной жидкости. Эти клетки, вероятно, связаны с выделительными каналами.

Дыхательная и кровеносные системы отсутствуют. Свободноживущие виды нематод имеют обычное аэробное дыхание. При этом газообмен идет через гиподерму и кутикулу. У кишечных паразитов в связи со значительными запасами гликогена имеет место анаэробное дыхание. Однако в различных тканях, например у аскарид, содержится гемоглобин. Это вещество имеет большое

средство к кислороду, некоторое количество которого содержится в содержимом кишечника животных-хозяев. Поэтому наряду с анаэробным типом дыхания у паразитических форм присутствует и аэробный. Причем в процессе газообмена может участвовать и кишечник

Нервная система. Центральная часть - нервное кольцо – опоясывает пищевод. Кольцо состоит из нервных волокон и немногих нервных клеток. От кольца вперед отходят шесть нервных стволов к органам пищеводной части тела. Назад также тянутся несколько стволов. При этом они располагаются в гиподерме. Обычно наиболее развиты один или два нервных ствола. Тесная связь нервной системы и кожно-мышечного мешка позволяет некоторым авторам говорить о кожно-мышечно-нервном мешке у нематод.

Органы чувств. У нематод развиты тангорецепторы (осязательные), хеморецепторы (химического чувства) и фоторецепторы. Тангорецепторы представлены папиллами (небольшими возвышениями на кутикуле) и щетинками. Эти органы располагаются в основном на головном конце, а у самцов и в области хвоста. Хеморецепторы представлены амфидами – своеобразными углублениями в кутикуле, которые имеют различное строение. Амфиды располагаются на губах и по бокам головы. У свободноживущих водных нематод на головном конце иногда имеются парные пигментные пятна, снабженные небольшой линзой. Это своеобразные светочувствительные органы.

Половая система. Нематоды – раздельнополые организмы, при этом самцы легко отличаются от самок (половой диморфизм). Самцы обычно мельче; их хвост крючкообразно загнут на брюшную сторону.

Половая система самцов и самок имеет трубчатое строение. У одних видов половая трубка непарная (монодельфная), а у других – парная (дидельфная). В последнем случае обе трубки имеют общий выводной проток.

У самцов обычно монодельфная половая система, она состоит из железы – семенника, и выводных протоков – семяпровода и семяизвергательного канала.

Амебовидные сперматозоиды образуются в семеннике и попадают в протоки. Семяизвергательный канал вместе с задней кишкой открываются на заднем конце тела в клоаку. У самцов имеется и совокупительный аппарат. Он состоит из одной или двух хитиновых спикул и рулька. Изогнутые спикулы по желобку рулька выдвигаются наружу и фиксируются в половом отверстии самки. У многих видов самцы имеют парные широкие выросты по бокам хвоста, образующие половую бурсу. Во время спаривания самец обхватывает этими выростами тело самки.

Половая система самок обычно дидельфная. Каждая из двух половых трубок состоит из яичника, яйцевода и матки. Обе матки ведут в общую вагину, которая открывается половым отверстием – вульвой. Вульва чаще всего расположена в передней части тела.

Размножение. Соотношение полов у нематод колеблется в очень широких пределах – от «1:1» до полного отсутствия самцов. В последнем случае имеет место либо партеногенез, либо так называемый протерандрический гермафродитизм, когда у самки яичник сначала вырабатывает сперматозоиды, а затем яйцеклетки и происходит самооплодотворение. Размножение обычно идет путем откладки яиц, реже встречается живорождение (у трихинелл). Плодовитость нематод сильно зависит от образа жизни. Свободноживущие нематоды откладывают десятки яиц за свою жизнь. Крупные паразитические виды (например, аскарида), в сутки способна отложить около 200 тысяч яиц, При этом яйцекладка происходит в течение 7-8 месяцев.

Развитие. Оплодотворенное яйцо нематод претерпевает полное равномерное или неравномерное дробление. Гастрюляция идет путем эпиболии или инвагинации. Дальнейшее развитие, которое занимает от нескольких часов (острица) до нескольких недель (аскарида) приводит к образованию личинки, которая выходит из яйцевых оболочек. У свободноживущих нематод одно поколение сменяет другое все теплое время года. У сапробиотических видов и некоторых паразитов личинка может переживать длительное время в почве без развития, которое начинается лишь в случае попадания личинки в благоприятные

для нее условия. У многих паразитических нематод созревшие яйца сохраняются длительное время. Например, у картофельной нематоды личинки в яйцевых оболочках сохраняются в теле самки более 20 лет. В ряде случаев может иметь место и живорождение, когда развитие яиц идет в матке. Иногда личинки съедают внутренности своей матери и только после этого выходят наружу.

Иногда может происходить смена поколений – одно поколение ведет паразитический образ жизни, а последующие поколения – свободный; однако при попадании личинок или яиц свободного поколения в организм хозяина, черви вновь переходят к паразитизму. Так развивается, например, кишечная угрица.

Распространение и экология. Нематоды распространены повсеместно - от северного до южного полюса. Они населяют почвы всех типов, пресные и соленые водоемы, мхи и др. Среди них можно выделить группы хищников, сапрзоев и ризобионтов. Многие перешли к паразитическому образу жизни, населяя организмы животных и растений. Многие из свободноживущих нематод – космополиты. Ареалы паразитов совпадают с ареалом хозяина.

Необходимым условием проявления жизнедеятельности нематод является наличие капельно-жидкой влаги. Некоторые виды переносят длительное высыхание (10 и более лет).

Нематоды менее стойки к высоким температурам, чем к низким. Верхним температурным пределом существования некоторых видов является 38-43°C. Обычно температурный оптимум свободноживущих и многих паразитических видов лежит в пределах 15-25°C. Низкие температуры (+1..+6°C) не препятствуют развитию ряда видов.

Раздел 6. Тип Кольчатые черви

6.1. Систематика Кольчатых червей

К этому типу принадлежит около 8 тысяч видов. Среди кольчатых червей встречаются паразиты, однако основная масса видов это свободноживущие (наземные, почвенные или водные) организмы. Современную систематику Кольчатых червей можно представить следующей схемой:

Тип: Annelida (Кольчатые черви, или кольчецы, или аннелиды)

Класс: Polychaeta (Многощетинковые черви)

- Семейство: Endomyzostomatidae
- Семейство: Asteriomyzostomidae
- Семейство: Asteromyzostomidae
- Семейство: Protomyzostomidae

Класс: Малощетинковые (Oligochaeta)

Класс: Эхиуриды (Echiurida)

Класс: Пиявки (Hirudinea)

Класс: Archiannelida (Архианнелиды)

- Семейство: Nerillidae
- Семейство: Dinophilidae
- Семейство: Prorodrilidae
- Семейство: Polygordiidae
- Семейство: Saccocirridae

6.2. Методы изучения Кольчатых червей

Для сбора кольчатых червей целесообразнее всего использовать метод О'Коннора.

При подготовке к экстракции силиконовую трубку вставляют в носик воронки и с другого конца вставляют пробирку. Установив воронку в штатив, в нее ставят пластиковое сито, на которое кладут почвенный образец, распределяя его по площади сита до верхнего края воронки. Образец полностью заливают холодной водопроводной водой, лучше выдержанной в холодильнике до температуры 5-7°C. Над образцом располагают лампу, включаемую через реостат примерно на четверть мощности, затем через полчаса мощность увеличивают до половины, затем еще через полчаса до 3/4 и, наконец, еще через полчаса до полной мощности. При полной мощности образец выдерживают 1 ч. После экстракции пробирку вынимают и до идентификации червей хранят в штативе в холодильнике.

Для регулирования мощности ламп используют автоматические реостаты с постепенным увеличением мощности. Основная задача - медленное увеличение мощности для того, чтобы животные не погибли в пробе при резком увеличении температуры. В другой модификации метода О'Коннора экстракция ведется в пластиковые бутылки герметично соединенные с воронками. При этом полулитровые пластиковые бутылки соединяются герметично с воронками и заполняются охлажденной до температуры 5-7°C водой до половины высоты воронки.

После этого пробы размещаются в сита (с ячейками 1 мм) и взвешиваются. Затем сита опускаются на воронки, и уровень воды доводится до половины высоты сит. Вся система размещается в эклекторе, состоящем из ванны и охладителя, в которую ставят бутылки и лампы 150 Вт в металлических абажурах сверху. Следует также накрыть пробы сверху хлопчатобумажной тканью для усиления градиента.

Для сбора большинства кольчатых червей можно использовать элементарный сбор «в ручную» так как большинство представителей легко заметны.

Для лабораторного изучения Кольчатых червей можно собрать «Вермиферму». Это закрытая установка из нескольких ящиков, в которой живут компостные черви. Без шума и запаха черви поедают пищевые отходы и превращают их в удобрение — биогумус. То же самое происходит в природе: компостные черви живут в верхнем слое почвы, поедают опавшую листву, травинки и другие отжившие части растений, превращая их в плодородный слой земли.

Можно собрать вермикомпостер самостоятельно из пластиковых ящиков. Количество ящиков зависит от объёма отходов — чем больше пищевых отходов накапливаете, тем больше ящиков нужно. Можете начать с двух-трёх ящиков, а потом увеличить количество ярусов, например, до пяти.

Возьмите несколько пластиковых ящиков (лучше брать непрозрачный пластик, в природе компостные черви живут в темноте), одну крышку для ящика, тонкое шило или острую спицу. В крышке и во всех ящиках кроме последнего проделайте отверстия — они нужны для воздухообмена. Диаметр отверстий должен быть небольшим — не более 1-2 мм, иначе в компостер могут залететь мухи. Первый ярус — это контейнер без дырок, он нужен для сбора лишней жидкости, вставьте в него «рабочие» лотки с отверстиями сверху накройте крышкой. Собранную установку оставьте в темном месте с доступом кислорода.

Специально для учета дождевых червей применяется полив поверхности почвы (пробы) раздражающими покровы червей жидкостями, заставляющими их выходить на поверхность. Сначала для этой цели применяли раствор марганцовокислого калия. Этот метод обладает тем недостатком, что заставляет выходить на поверхность только виды с широкими постоянными ходами, большинство же более мелких собственно почвенных форм при применении этого метода с достаточной точностью не учитывается.

Позже для выгонки червей из почвы был предложен полив учетной поверхности почвы раствором формалина. Этот метод тоже особенно эффективен

в отношении видов с вертикальными мало ветвящимися ходами и неэффективен по отношению к видам, обитающим в минеральных слоях почвы, особенно впадающим в состояние летнего покоя. При использовании этого метода рекомендуются растворы формалина крепостью от 0,14 до 0,5%. Слабые растворы эффективны во влажных районах. Но метод позволяют учесть не более 50% особей.

Применение раствора крепостью 0,5% позволяет достаточно полно учитывать склонных к диапаузированию червей на участках с влажной и водопроницаемой почвой. Рекомендуется на пробу площадью 0,5 м² выливать 3 раза по 10 л раствора. Эффективнее всего этот метод при температуре около 10°C и при влажности суглинистой почвы около 40%. В тех случаях, когда исследователя не интересует вертикальное распределение видов и дождевые черви представлены поверхностными и норными видами, можно рекомендовать этот метод как менее трудоемкий. Однако для большинства почвенно-зоологических исследований он мало пригоден. Кроме того, при этом методе требуется доставка к пробам большого количества воды, что ограничивает его применение во многих случаях, особенно в лесах.

Следует, однако, отметить, что выгонка формалином - единственный метод, позволяющий выявить и хотя бы примерно определить численность червей, обитающих в трещинах известняков. Однако в более сухих местностях этот метод недостаточно эффективен, и рекомендуется после выгонки червей формалином разобрать вручную верхние 10 см почвы. В случае очень богатых волокнистыми растительными остатками почв для извлечения дождевых червей рекомендуется метод, аналогичный методу извлечения из проб нематод. Пробы почвы доставляют в мешках и помещают в простой прибор следующего устройства. В детской ванночке на высоте 5 см от дна укрепляется проволочное сито, на которое и высыпают (равномерно распределяя) исследуемую торфянистую почву. Ванночку заливают наполовину водой, а затем над ней устанавливают батарею из 14—16 Вт лампочек. Через 3 ч после включения лампочек снимают батарею

лампочек, затем вынимают сито с почвой, а потом вылавливают из воды червей. На участке с густой зарослью этот метод оказался более эффективным, чем ручная разборка или выгонка формалином при учете червей.

6.3. Общая характеристика

Аннелиды – двусторонне-симметричные трехслойные животные, имеющие вторичную полость. Обитают в морских и пресных водоемах, в почве, листовой подстилке.

В теле кольчатых червей различают головную лопасть, сегментированное туловище и анальную лопасть. С внешней сегментацией связана метамерия (повторяемость) внутренних органов. Сегменты некоторых аннелид (многощетинковые) несут парные первичные конечности – параподии.

Кольчатые черви имеют кожно-мускульный мешок, в состав которого входят кутикула, однослойный эпителий и два слоя мышц (кольцевые, под ними – продольные). Продольные мышцы изнутри подстилаются целомическим эпителием.

Вторичная полость тела (целом) заполнена целомической жидкостью, которая играет роль внутренней среды организма. У большинства видов целом – метамерный, с перегородками.

Кровеносная система – замкнутого типа.

Пищеварительная система подразделяется на три функционально различных отдела: эктодермальный передний, энтодермальный средний и эктодермальный задний. В переднем и среднем отделах кишечника имеются дифференцированные участки (зоб, желудок).

Газообмен осуществляется или через покровы тела (малощетинковые черви и пиявки), или в жабрах (многощетинковые черви).

Органы выделения большинства видов – метанефридии, расположенные попарно в каждом сегменте, у части видов – протонефридии.

Нервная система включает в себя парные надглоточные, подглоточные ганглии и отходящую от последних двойную брюшную нервную цепочку. Надглоточные и подглоточные ганглии «связаны» комиссурами в окологлоточное кольцо. Брюшная нервная цепочка состоит из метамерно повторяющихся в каждом сегменте ганглиев.

Кольчатые черви могут быть как раздельнополыми, так и обоеполыми. Развитие многих видов протекает с метаморфозом. Личинка морских аннелид называется трохофорой. Некоторые виды могут размножаться бесполом способом.

В процессе эволюции кольчатые черви произошли от древних ресничных червей (турбеллярий). Предполагается, что гипотетической переходной формой между турбелляриями и аннелидами были мелкие несегментированные животные с цельным целомом и ресничным типом движения. По своему строению эти гипотетические предки напоминали личинок полихет – трохофору и метатрохофору. От первичных аннелид сначала возникают полихеты, затем от полихет – олигохеты, от древних олигохет – пиявки. Олигохеты эволюционировали по пути приспособленности к роющему образу жизни (у малощетинковых червей наблюдается конвергентное сходство с роющими полихетами), пиявки – по пути приспособленности к эктопаразитизму.

Раздел 7. Тип Моллюски

7.1. Систематика Моллюсков

Систематика моллюсков традиционно основывалась на внешних признаках раковины, что позволяло определять их достаточно легко. Однако в последние 20-30 лет многие ученые стали считать эти признаки недостаточными и выделять новые виды на основе строения радулы (соскребательного аппарата) и внутренних половых органов. При этом число видов в несколько раз возросло, а определять их по внешним признакам стало крайне затруднительно. Наиболее широкомасштабная работа по разработке системы классификации пресноводных улиток проходит в России под руководством акад. Я.И. Старобогатова. Наиболее типичные систематические категории в контексте современной систематики моллюсков представлены в схеме:

- Класс Брюхоногие - *Gastropoda*
 - Отряд Лёгочные улитки - *Pulmonata*
 - Семейство Прудовики - *Lymnaeidae*
 - Семейство Катюшки - *Planorbidae*
 - Семейство Акролоксиды - *Acroloxiidae*
 - Семейство Физиды - *Physidae*
 - Семейство Живородки - *Viviparidae*
 - Семейство Битинии - *Bithynidae*
 - Семейство Затворки - *Valvatidae*
- Класс Двустворчатые - *Bivalvia*
 - Семейство Униониды - *Unionidae*

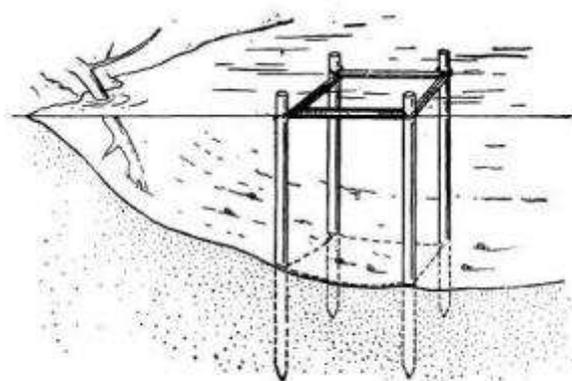
- Семейство Жемчужницевые - Margaritiferidae
- Семейство Шаровки и Горошинки - Sphaeriidae
- Семейство Дрейссениды - Dreissenidae

7.2. Методы изучения Моллюсков

Сбор моллюсков производится теми же методами, которые вообще применяют для сбора донной фауны водоемов. В болотах сбор моллюсков производится скребком. При сборах для определения количества моллюсков можно применять квадратные рамки площадью от 0.1 до 1.0 м², выбирая внутри них моллюсков скребком или руками. В лужах или на побережье более крупных водоемов (прудов, озер) моллюсков собирают сачком треугольной или круглой формы из конгресс-канвы или редкой мешочной ткани. Хороший результат дает облов прибрежной полосы стоячих водоемов закидной треугольной драгой. В побережье прудов, озер и рек богатые сборы приносит осмотр вынимаемых камней, коряг и выдергиваемых с корнем растений.

Для количественного учета промысловых моллюсков на глубине до 2 м можно применять метод площадок с уложенными на дно или плавающими рамками. В первом случае (когда рамка площадью в 1 м² укладывается на дно) на ограниченном рамкой пространстве вручную выбираются все моллюски. Во втором случае рамка (той же площади) укрепляется с помощью 4 кольев, вбиваемых в дно. Рекомендуется применять колья с металлическими наконечниками. Облов площади между кольями ведется с помощью сака с деревянным или металлическим зубчатым ободом.

Рисунок 4. Площадка для количественного учета моллюсков



га.

Сбор моллюсков в глубоких частях прудов, озер, рек и водохранилищ требует применения драг, тралов и дночерпателей. На мягком илистом грунте употребляют легкие драги треугольной, овальной или четырехугольной формы, а также драги-сачки типа болгарской драги. Для количественного учета моллюсков на мягком дне пользуются коробочным пружинным дночерпателем с площадью захвата $1/40$ м² или маленькими ковшевыми дночерпателями киевского образца с площадью захвата 0.01 м². После выемки грунта драгой, сачком или дночерпателем его вываливают в таз, а затем промывают через металлическое сито с ячейками не свыше 1—2 мм. На песчаном дне рек удобна драга с ножами четырехугольной или овальной формы, а для количественных сборов ковшевый дночерпатель несколько большего размера (до 0.1 м²) или штанговый беспружинный дночерпатель. Промывка и выборка моллюсков из грунта производится или методом отмучивания с фильтрацией через металлическое сито, или, в случае однородного мелкого песка, пропусканием всей пробы через металлическое сито. На каменистых грунтах озер хорошие результаты дает выемка камней щупами разных систем или, еще лучше, осмотр и сбор камней водолазами.

Особого внимания требует сбор моллюсков в пещерных и родниковых водоемах: грунт, который можно взять руками или скребком, должен тщательно просматриваться под лупой, а моллюски размером 1—2 мм выбираться из песка с помощью пипетки, кисточки или тонкого пинцета.

При всех сборах моллюсков необходимо тщательным образом изучать условия обитания: особенности грунта, глубину нахождения, температуру воды в тех биотопах, где собраны моллюски (у дна, среди растительности), химические свойства воды (количество растворенного кислорода, углекислоты, рН, соленость, количество и состав взвешенных веществ, прозрачность воды, скорость течения). Все эти данные под порядковым номером, а также число и месяц сбора (желательно также и час наблюдения) заносятся в полевую книжку и журнал. В пробу собранных моллюсков вкладывается этикетка, где повторяются важнейшие данные журнальной записи.

Хранение материала производится или в спирту, или в сухом виде. Хранить в спирту необходимо те виды, для определения которых нужны анатомические признаки (радула, половая система и проч.). Раковины можно хранить в сухом виде. В этих целях тело крупных брюхоногих удаляют из раковины (после выдерживания в течение некоторого времени в спирту или после обварки кипятком) загнутой иглой или пинцетом, причем крышечки переднежаберных отделяются и вкладываются внутрь раковин. Крупные двустворчатые моллюски кипятятся в воде до тех пор, пока их створки не откроются, после чего тело двустворок выскабливается шпателем, ножом или створкой раковины, раковину смазывают (во избежание растрескивания) маслом, а створки связывают ниткой. Мелкие брюхоногие и двустворчатые моллюски после хранения в спирту в течение 10—15 дней могут без дальнейшей препаровки подсушиваться на воздухе и храниться в сухом виде. Для хранения спиртового материала употребляют банки с плотной, проваренной пробкой; сверху пробка замазывается воском с парафином. Сухой материал хранят в картонных коробках различных размеров или в пробирках (мелкие формы). В качестве временной меры можно допустить хранение раковин в бумажных пакетах.

В каждую пробу, а в случае ее разделения на две и больше — в каждую часть пробы, вкладывается этикетка более подробного содержания, чем та, которая применялась в полевой обстановке, при сборе материала. Этикетка

пишется тушью на пергаменте (для спиртовых проб) или плотной бумаге и подписывается сборщиком.

Сначала моллюски на глаз разделяются на классы: брюхоногие отделяются от двустворчатых; также на глаз производится сортировка брюхоногих на переднежаберных и легочных и двустворчатых на подотряды и крупные семейства. Затем определение ведется по определительным таблицам, а ход определения все время проверяется по рисункам. Когда таблицы приводят к определению вида, признаки моллюска тщательно сверяются с приведенным описанием: в случае расхождения описания с оригиналом делаются соответствующие заметки в журнале.

В тех случаях, когда для определения моллюсков требуется знание особенностей анатомического строения, собираемых моллюсков подвергают анестезии с последующей специальной фиксацией. В качестве анестезирующих средств применяются эфир, хлороформ, хлоралгидрат и другие. Хороший результат дает распыление по поверхности воды сосуда или часового стекла, куда посажен моллюск (имеются в виду мелкие животные), кристаллов ментола: моллюск полностью анестезируется и охраняется в расправленном состоянии.

Радула отделяется кипячением вырезанной ножницами головы или языка в едком натрии или калии; у мелких моллюсков (вроде выше перечисленных) операция выделения радулы производится под биноклем в горячем растворе едкого натрия или калия. Выделенная радула окрашивается (можно применять оранж G) и заключается в глицерин или глицерин-желатин под покровное стекло. Дальнейшее исследование препарата производится под большим увеличением микроскопа или бинокля.

При изучении размерных характеристик моллюсков (в целях промышленного их использования или исследовании вопроса изменчивости) раковина подвергается промерам и взвешиванию. У брюхоногих моллюсков измеряются: 1) высота раковины, 2) ширина раковины на последнем обороте, 3) высота устья, 4)

высота завитка; из этих данных вычисляются: индексы отношения высоты раковины к ее ширине и высоты раковины к высоте устья.

У двустворчатых моллюсков измеряются: 1) длина раковины, 2) высота раковины, 3) выпуклость (толщина) раковины и вычисляются индексы отношений высоты раковины к ее длине и выпуклости раковины к ее длине. У видов промыслового значения, кроме того, измеряется толщина створки в трех местах по нижнему краю и производится взвешивание створок. На раковинах видов, имеющих ребристую поверхность, просчитывается число ребер. В тех случаях, когда измерено достаточное количество раковин, можно произвести вычисление средних величин, пользуясь методами вариационной статистики. Обычно вычисляются: среднее арифметическое, квадратическое отклонение и средние ошибки к ним.

Производя наблюдения над моллюсками в естественных условиях, изучая среду их обитания, записывая и расшифровывая результаты наблюдений, можно составить так называемые экологические спектры для каждого вида моллюска. Однако такого рода исследование еще далеко не достаточно для глубокого понимания экологии моллюсков. Совершенно необходимо развернуть работы экспериментально-экологического направления, в первую очередь по изучению дыхания, питания и размножения.

При изучении дыхания легочных моллюсков ставится вопрос о роли дыхания атмосферным воздухом и кислородом, растворенным в воде. В аквариумах небольшого объема и непосредственно в природе изучается ритмика подъема моллюсков к поверхности воды и продолжительность процесса смены воздуха в легком. В банках с притертой пробкой и в садках из различного материала, опущенных под поверхность воды в естественных водоемах, устанавливается продолжительность пребывания моллюсков без контакта с воздухом при разных температурах и различном содержании кислорода в окружающей воде. Вскрытием легкого устанавливается наличие или отсутствие воды в легком у разных видов легочных моллюсков при содержании под водой.

Изучение количества кислорода, потребляемого моллюсками, требует применения физиологической методики. Однако ориентировочные данные могут быть получены путем определения кислорода в склянке с притертой пробкой, в которую сажают на определенное время моллюска или нескольких моллюсков, до помещения подопытных животных и по окончании опыта. Потребленное количество кислорода делится на вес моллюсков и число часов пребывания их в воде, в результате чего получается величина O_2 , потребленного моллюском на 1 г веса тела в течение 1 часа. Очень важно определить потребление кислорода при разных температурах и при разном парциальном давлении кислорода в среде, при различном физиологическом состоянии моллюска (в период размножения и т. д.). Методика изучения потребления кислорода сходна как для брюхоногих (легочных и жаберных), так и для двустворчатых моллюсков.

Весьма важной задачей является изучение количества воды, пропускаемой разными видами двустворчатых моллюсков через их жаберный аппарат. Методика такого рода определения, разработанная для *Mytilus* (1948), применяется в таком виде. В сосуде типа большого аквариума заготавливается суспензия глины, которая отстаивается здесь в течение суток. Мутная вода (с суспензией глины) порциями по 250—500 см³ переливается в четырехлитровые круглые сосуды, в которые добавляется по 1.25—2.5 л чистой воды (желательно из среды обитания моллюска). В сосуды с заготовленной таким образом водой на чашках Петри вносятся подопытные моллюски, оставляемые здесь на определенное количество времени. В контрольный сосуд ставится пустая чашка Петри, для того чтобы установить, какое количество взвеси осядет небиологическим путем. Моллюски, прогоняющие мутную воду через свой вводный сифон, выделяют агглютинированные взвеси, которые легко могут быть собраны пипеткой и сохранены в пробирке. Чтобы учесть все количество глины, которое прогнал моллюск, его из опытного сосуда переносят на сутки в чистую воду, где моллюск выделяет в склеенном состоянии весь остаток поглощенной взвеси, которая также собирается пипеткой в пробирку. Взвесив высушенную

агглютинированную глину на аналитических весах и зная, какое количество глины было в единице объема воды, можно вычислить то количество воды, которое моллюск прогнал через свои жабры за время пребывания в опытном сосуде.

Для моллюсков, закрывающих свои раковины от глинистых взвесей, можно применять различные красящие вещества (кармин) и по изменению интенсивности окраски воды (колориметрическим методом) в сосуде судить о количестве воды, пропущенной моллюском через его тело. В некоторых случаях скорость вхождения воды в сифон можно определять прямым наблюдением.

При лабораторных исследованиях моллюсков помещают в небольшие сосуды, емкостью в 1 л, по 5—15 экземпляров, в зависимости от размеров. Для опытов в природе применяются садки из толстой проволоки, обтянутые крупным мельничным шелком, или садки из целлулоида с пористыми стенками. Садки подвешиваются к кольям, воткнутым в дно водоема таким образом, чтобы верхняя часть садков возвышалась над поверхностью воды. Этим достигается возможность для легочных моллюсков дышать атмосферным воздухом. В каждый садок помещается 10—20 моллюсков. Моллюски перед началом опытов взвешиваются и промеряются. Растительный корм, дающийся моллюскам, взвешивается после отжимания и подсушивания между листами фильтровальной бумаги под грузом 1 кг в течение 20 минут.

Каждые 5—10 дней моллюсков и оставшийся корм следует взвешивать. Для контроля изменения веса корма навеска его помещается в воду без моллюсков. Опыты ставятся сериями, а получаемые данные усредняются.

Результаты опытов используются для установления суточного рациона моллюсков разного возраста (до наступления половозрелости, при созревании, в период размножения) в разное время года, при разных температурах. В итоге работы вычисляется годовой рацион моллюсков.

Размножение брюхоногих моллюсков изучается и в лабораторной обстановке (в аквариумах) и в естественной (в садках). Кроме того, производятся систематические периодические сборы моллюсков с последующим их вскрытием для определения степени зрелости половых продуктов или, у живородок, хода развития зародышей.

При наблюдениях в аквариуме или садке выясняются момент оплодотворения, начало откладки яиц и условия формирования кладок. В кладках отмечается количество яиц, скорость их развития при различных температурных и кислородных условиях, количество молоди, выходящей из кладок, размеры выведшихся моллюсков. Подсчитывается количество кладок у одной пары моллюсков в течение года и количество потомков этой пары, с весовыми показателями. Словом, изучается продуктивность разных видов моллюсков, особенно из числа тех, которые имеют практическое значение.

Определение возраста и темпа роста моллюсков производится по годовым кольцам прироста. Однако у разных моллюсков и у одного и того же моллюска в разные годы годовые кольца выражены неодинаково хорошо. Вследствие этого иногда пользуются не прямым определением возраста по числу годовых колец, а построением на основе эмпирического материала вариационных рядов для каждого возраста; у экземпляров с неясными линиями прироста возраст определяют по размерам раковины.

7.3. Общая характеристика

Тело моллюсков имеет двустороннюю симметрию, у брюхоногих (к ним относятся, например, прудовики) оно асимметрично. Только у наиболее примитивных моллюсков сохраняются признаки сегментации тела и внутренних органов, у большинства видов оно не разделено на членики. Полость тела вторичная, представлена в виде окологердечной сумки и полости половых желез. Пространство между органами заполнено соединительной тканью (паренхимой).

Тело моллюсков состоит из трех отделов - головы, туловища и ноги. У двустворчатых моллюсков голова редуцирована. Нога - мускулистый вырост брюшной стенки тела - служит для движения.

У основания туловища развита большая кожная складка - мантия. Между мантией и телом имеется мантийная полость, в которой находятся жабры, органы чувств, сюда открываются отверстия задней кишки, выделительной и половой системы. Мантия выделяет раковину, которая защищает тело снаружи. Раковина может быть сплошной, двустворчатой или состоять из нескольких пластинок. В состав раковины входят углекислый кальций (CaCO_3) и органическое вещество конхиолин. У многих моллюсков раковина более или менее редуцированная (например, у части головоногих, у голых слизней и др.).

Кровеносная система незамкнутая. Органы дыхания представлены жабрами или легким, образованным частью мантии (например, у прудовиков, виноградной и садовой улиток, голых слизней). Выделительные органы - почки - внутренними концами соединяются с околосоудочной сумкой. Нервная система состоит из нескольких пар нервных узлов, соединенных между собой продольными стволами.

Раздел 8. Тип Членистоногие. Класс Ракообразные

8.1. Систематика Ракообразных

Ракообразные - многочисленная и многообразная группа в основном водных членистоногих. К ним относится около 40 тыс. современных видов. Ракообразные занимают практически все типы водоемов: моря и океаны до самых больших глубин, реки, озера, пересыхающие лужи, подземные воды. Большинство ракообразных обитают на дне или входят в состав планктона. Это в основном активно плавающие или ползающие животные. Но среди них встречаются и неподвижные прикрепленные формы - морские желуди и уточки. Некоторые ракообразные приспособились к жизни на суше. Например, мокрицы обитают в почве различных широт, даже в пустыне, но при этом ведут скрытый образ жизни и роют глубокие норы. Во влажных тропических районах суши встречаются в почве бокоплавы и наземные формы крабов и крабоидов. Среди ракообразных немало паразитов водных беспозвоночных и рыб.

Для современных ракообразных обычно используется следующая классификационная схема. Класс Crustacea делят на пять подклассов.

1. К жаброногим (Branchiopoda) относятся пресноводные формы (водяные блохи, щитни и др.) и живущая в соленых озерах и лиманах артемия.
2. Ракушковые (Ostracoda) – это мелкие ракообразные с округлым двустворчатым панцирем, обитающие главным образом на дне морей и озер.
3. Подкласс веслоногих (Copepoda) объединяет морские планктонные (каланиды и др.), пресноводные свободноживущие (циклопы и др.) формы и паразитических карпоедов, или карповых вшей.
4. Усоногие (Cirripedia) – это морские желуди, морские уточки, некоторые паразитические формы.
5. К высшим ракам (Malacostraca) относятся крабы, омары, лангусты, речные раки, креветки, раки-богомолы, раки-древоточцы, мокрицы, водяные ослики, бокоплавцы и многие другие формы.

8.2. Методы изучения Ракообразных

В ходе исследований были применены два основных способа лова раков: пассивный (с помощью раколовков) и активный (сачком или ручной сбор с использованием легководолазного снаряжения).

В организации и технике добычи ракообразных, конструкции орудий лова в разных странах имеются как сходства, так и различия. Наибольшие отличия отмечаются в характере материала, из которого сделаны орудия лова. Особенности водоема также накладывают определенные ограничения на конструкцию орудий лова.

Способов и орудий лова раков существует много. Тралящие орудия лова (различные виды тралов, драги, волокуши, бредни и т. п.) малоэффективны, поскольку раки предпочитают держаться в местах, которые предоставляют им достаточное количество убежищ - коряги, камни, высшая водная растительность. Естественно, в таких местах уловистость активных орудий лова будет низкой, работать с ними в большинстве случаев невозможно из-за частых зацепов.

В летние месяцы лов раков осуществлялся активным способом с использованием маски и трубки для дыхания. При этом раколов медленно плыл над литоралью и внимательно просматривал дно на глубинах 1-3 м. Раков из нор можно вытаскивать руками в перчатках или собирать со дна.

Перед тем как начать оценивать численность, необходимо установить распространение раков в водоеме. Следует выяснить, в каких биотопах встречаются раки. Далее выделить районы, где уловы раков на одно усилие примерно одинаковы, и на этой основе наметить места для проведения работ по оценке численности.

Под уловом на одно усилие следует понимать количество раков, пойманных за одни сутки одной раколовкой.

Оценку общей численности проводят следующим образом: определяют численность особей на единицу площади в конкретных биотопах и далее, зная площадь, которую занимает каждый биотоп, выходят на численность популяции.

Казалось бы, популяции речных раков имеют четко ограниченные места обитания, которые совпадают с границами водоема. Однако определение границ распространения раков внутри водоема является сложной задачей. В водоеме раки распределяются неравномерно, предпочитая одни места и избегая других. Их численность зависит от наличия подходящих условий обитания.

В зависимости от особенностей мест обитания раков, сезона года, физиологического состояния раков их распределение в водоеме будет изменяться, что необходимо учитывать при оценке их численности в водоеме.

Раки не только проводят время в укрытиях, но и перемещаются в поисках пищи. Поиск пищи у них, как у сумеречных животных, осуществляется в ночное время суток. Места, где раки находят пищу, также следует учитывать при определении плотности. Обычно в ночное время суток раки мигрируют на мелководья, где нет четко представленных укрытий, но есть пищевые объекты, а с наступлением дня возвращаются в свои убежища или норы. Таким образом, часть

водоема, в котором речные раки копают свои норы, находят укрытия и пищу, называется «полезной для рака площадью». Все расчеты плотности популяции раков следует относить именно к этой части водоема. Как правило, полезная для раков площадь водоема простирается до глубин 5-7 м. Ниже этих глубин исчезает погруженная водная растительность, донные осадки в большинстве случаев состоят из сапропелей и/или илов. В летний период на глубине 7-15 м в стратифицированных водоемах отмечается гермоклин и понижение температуры, равно как и содержания кислорода. Все эти изменения делают глубины больше 5-7 м малопривлекательными для обитания раков, и они избегают их в летний период. В осенний период при перемешивании водных слоев раки могут встречаться и на глубинах больше 10 м. В мелководных водоемах раки распространяются по всей акватории водоема, особенно, если находят в достаточном количестве укрытия. В местах, где донные осадки представлены сапропелями или жидкими илами, их, как правило, не бывает. Однако если жидкие донные осадки зарастают погруженной высшей водной растительностью, длиннопалый рак прекрасно приспосабливается к существованию в такой среде.

8.3. Общая характеристика

Внешнее строение. Размеры и форма тела ракообразных разнообразны. Среди них встречаются мелкие планктонные формы, до 1 мм длиной, и крупные бентосные раки, крабы до 80 см в длину, а, например, японский краб в размахе ног достигает 1,5-2 м. Сильно видоизменены по облику сидячие формы с известковым панцирем и паразитические раки.

Тело состоит из головного, грудного и брюшного отделов. У некоторых примитивных ракообразных сегментация грудного и брюшного отделов почти гомономная. Сегменты тела несут по паре двуветвистых конечностей. Типичная конечность ракообразных состоит из базальной части - протоподита, от которого отходят две ветви: наружная - экзоподит и внутренняя - эндоподит. Протоподит состоит из двух члеников: коксоподита и базиподита. На коксоподите обычно имеется жаберный придаток - эпиподит, а к базиподиту причленяются экзоподит

и эндоподит. Экзоподит нередко редуцируется, и ноги становятся одноветвистыми. Первично конечности ракообразных мультифункциональны и выполняют несколько функций: двигательную, дыхательную и вспомогательную при питании. Но у большинства ракообразных наблюдается морфо-функциональная дифференциация конечностей.

Голова ракообразных состоит из головной лопасти - акрона и четырех сегментов. На голове имеются придатки акрона - антенны первые (антеннулы) и конечности четырех сегментов: антенны вторые, мандибулы (верхние челюсти) и две пары максилл (нижних челюстей). Голова может быть слитной или состоять из двух сочлененных отделов: протоцефалона и гнатоцефалона. Протоцефалон образуется путем слияния акрона и одного головного сегмента и несет две пары антенн, а гнатоцефалон - слиянием трех челюстных сегментов. У многих высших ракообразных, как, например, у речного рака, гнатоцефалон срастается с грудным отделом, что приводит к образованию челюстегруды (гнатоторакса), покрытой спинным панцирем - карапаксом. В этом случае тело подразделяется на следующие отделы: голова - протоцефалон (акрон и один сегмент), челюстегрудь - гнатоторакс (три головных и восемь грудных сегментов) и брюшко (шесть сегментов и тельсон). У других раков весь головной отдел сливается с одним или несколькими сегментами груди, образуя головогрудь, а затем следует грудь и брюшко.

Грудной и брюшной отделы ракообразных могут состоять из разного числа сегментов (от 5-8 до 50). Грудной отдел в основном локомоторный. У одних раков грудные конечности мультифункциональные, как у жабронога, и выполняют плавательную, дыхательную функции и отфильтровывания пищи, у других наблюдается разделение функций. Например, у речного рака из восьми пар грудных ног первые три пары - это двуветвистые ногочелюсти (удерживают и отцеживают пищу), три последующие пары ног одноветвистые ходильные и одновременно хватательные с клешней на конце. Вместе с тем все грудные

конечности рака несут у основания жабры и выполняют дополнительно функцию дыхания.

Брюшной отдел состоит из нескольких сегментов и тельсона и чаще лишен конечностей. Однако у большинства высших раков на брюшке имеются двуветвистые конечности. У креветок они выполняют плавательную функцию, у ротоногих раков - дыхательную. У самцов речного рака первые две пары брюшных ног видоизменены в копулятивные органы, а остальные - плавательные. У самок рака первая пара ног редуцирована, а остальные брюшные ножки служат для плавания и вынашивания молоди. Последняя пара брюшных ног у большинства десятиногих раков имеет форму сдвоенных широких пластинок (уроподы). Вместе с уплощенным тельсоном уроподы образуют как бы пятилопастной "плавник". Подгибая и распрямляя мускулистое брюшко с "плавником", речной рак плавает задом наперед, а ползает по дну на пяти ходильных ногах в любом направлении. У ракообразных без брюшных конечностей на конце тела обычно имеются членистые придатки тельсона - вилочка (*furca*). Только у рака *Nebalia* присутствуют одновременно брюшные конечности и вилочка. У крабов брюшной отдел редуцирован.

Хитиновые покровы многих ракообразных пропитаны карбонатом кальция, что придает им большую прочность. Между слитными отделами тела или сегментами, а также между члениками ног и придатков имеются мягкие мембраны, обеспечивающие их подвижность. Склеротизированные (уплотненные) участки сегментов образуют на спинной поверхности тергиты, на брюшной - стерниты. Тергиты нередко широкие, нависающие по бокам, как например, у морских тараканов, мокриц. При слиянии сегментов в отделы образуется общий хитиновый панцирь на спинной стороне. Хитиновые покровы головы в ряде случаев образуют спинную складку - карапакс, который прикрывает не только голову, но и грудь (у речного рака, щитня), или даже все тело (дафнии, ракушковые рачки). Боковые части карапакса у высших раков прикрывают жабры.

В состав хитиновой кутикулы входят разнообразныe пигменты, придающие ракообразным покровительственную окраску. Особо большой стойкостью обладают красные пигменты, которые сохраняются даже при фиксации ракообразных в формалине и проваривании в кипятке. Поэтому покровы вареных и жареных раков, крабов красные. Пигменты содержатся и в коже ракообразных - гиподерме. Имеются клетки-хроматофоры с разными пигментами. Некоторые ракообразные могут изменять окраску, что зависит от распределения пигментных зерен в хроматофорах. Если пигмент равномерно распределяется в клетке, то эта окраска и будет проявляться в покровах. И наоборот, если пигмент концентрируется в центре клетки, то эта окраска исчезает. Процесс изменения распределения пигмента в разных хроматофорах регулируется нервно-гуморальной системой.

Пищеварительная система ракообразных состоит из переднего, среднего и заднего отделов. Эктодермальная передняя кишка представлена пищеводом и жевательным желудком; выстлана хитиновой кутикулой. Желудок иногда подразделяется на жевательный и пилорический. В жевательном желудке у речного рака имеются хитиновые зубцы, пропитанные карбонатом кальция, и особые "жерновки" - конкреции извести. При сокращении мышечных стенок желудок подобен "жевательной" мельнице, где перетирается пища. В пилорическом отделе желудка пища фильтруется. Средняя кишка энтодермальная; в нее впадают протоки парной печени. Печень выполняет не только роль пищеварительной железы, но и функцию всасывания переваренной пищи. Ферменты печени действуют на жиры, белки и углеводы. В печени происходит полостное и даже частично внутриклеточное пищеварение. Имеется обратная корреляция между развитием средней кишки и печени. Например, у дафний маленькая печень, но длинная средняя кишка, а у речного рака сильно развита печень, а средняя кишка имеет вид короткого слепого отростка и пища в основном переваривается и всасывается в трубочках печени. Задняя кишка прямая, выстлана кутикулой. Во время линьки у раков сбрасывается не только

наружный хитиновый покров, но и хитиновая выстилка переднего и заднего отделов кишки. В этот период ракообразные не питаются до отвердевания нового хитинового покрова.

Органы дыхания. У большинства ракообразных органами дыхания служат кожные жабры в форме перистых или пластинчатых выростов. Обычно жабры находятся на грудных конечностях, и только у ротоногих (рак-богомол) и равноногих (водяные ослики) брюшные ножки полностью превращены в жабры. У высших ракообразных (раков, крабов) жабры образуются не только на ногах, но и на стенке тела в жаберных полостях под карапаксом. Многие мелкие ракообразные с тонкой кутикулой лишены жабер и дышат всей поверхностью тела. У сухопутных ракообразных имеются специальные органы дыхания. Так, у мокриц на брюшных ножках имеются глубокие ветвящиеся впячивания - псевдотрахеи, в которых происходит газообмен. У сухопутных крабов под боковыми частями панциря долго сохраняется влага, и они дышат кислородом, растворенным в пленке воды, покрывающей тонкие мембраны жаберной полости. Для дыхания сухопутных ракообразных необходима повышенная влажность воздуха. Даже пустынные мокрицы, роющие в песке норы до 1 м глубиной, живут в микроусловиях с 90-процентной влажностью воздуха.

Кровеносная система ракообразных, как и у всех членистоногих, незамкнутая: кровь (гемолимфа) течет по сосудам и лакунам миксоцеля. Имеется трубчатое сердце, расположенное над кишечником. У примитивных форм, например у жаброногов, сердце длинное, многокамерное, с парными отверстиями - остиями в каждой камере. У большинства ракообразных сердце в форме короткой спинной трубки всего с несколькими камерами и остиями. Например, у речного рака сердце компактное с тремя парами остий. В ряде случаев сердце редуцируется у мелких планктонных рачков (циклопы) и у паразитов. Положение сердца зависит от расположения органов дыхания. Например, у раков, с грудными жабрами сердце находится в грудном отделе (у большинства видов), у видов с брюшными органами дыхания (мокрицы, водяные ослики) сердце в брюшке, а у

раков, у которых жабры находятся в грудном и брюшном отделах (ротоногие), сердце длинное, расположенное и в груди и в брюшке.

Сердце ракообразных находится в особом перикардальном синусе миксоцеля. У речного рака перикардальный синус замкнутый, в него впадают лишь венозные жаберные сосуды. Гемолимфа из перикардия через остии поступает в сердце. При сокращении камер сердца клапаны остий закрываются, а клапаны сердечных камер открываются. Гемолимфа из сердца поступает в артерии. У речного рака от сердца отходят три артерии к голове и две назад к внутренним органам и к концу брюшка. Из артерий гемолимфа выливается в промежутки между органами, отдает кислород тканям и насыщается углекислым газом. Частично кровь омывает органы выделения - почки, где освобождается от продуктов обмена. В крови ракообразных содержатся дыхательные пигменты; гемоцианин или гемоглобин, связывающие кислород. От внутренних органов кровь собирается в систему венозных сосудов. По жаберным приносящим сосудам кровь поступает в систему капилляров в жабрах, где обогащается кислородом и освобождается от углекислого газа. Затем гемолимфа по выносящим жаберным сосудам поступает в перикардальный синус, окружающий сердце. У мелких ракообразных кровеносная система часто редуцируется.

Органы выделения - две пары почек, представляющие собой видоизмененные целомодукты. Почки расположены в головном отделе. Первая пара почек - антеннальные железы, вторая пара - максиллярные. Каждая почка состоит из концевой мешочка целомического происхождения и извитого выделительного канальца, который может расширяться, образуя мочевой пузырь. Выделительные поры первой пары почек открываются у основания вторых антенн, а второй пары почек - у основания второй пары максилл. Внутренние отверстия выделительных канальцев, открывающиеся в целом, соответствуют воронкам целомодуктов кольчатых червей. Обе пары почек одновременно присутствуют только у одного рачка - *Nebalia* из высших раков, а также у морских

ракушковых рачков, а у остальных имеется лишь одна из двух пар почек: антеннальные или максиллярные.

В процессе индивидуального развития ракообразных происходит смена выделительных желез. Так, у многих высших раков в личиночном состоянии функционируют максиллярные железы, а во взрослом - антеннальные, а у всех остальных видов наоборот: у личинок развиты антеннальные железы, а у взрослых - максиллярные. У речного рака, развивающегося без метаморфоза, имеются только антеннальные почки. По-видимому, предковые формы ракообразных имели на всех фазах развития две пары почек, как у *Nebalia*, а в последующей эволюции у большинства из них сохранилась лишь одна пара функционирующих почек.

Нервная система ракообразных, как и у всех членистоногих, представлена парными надглоточными ганглиями, окологлоточным кольцом и брюшной нервной цепочкой. У примитивных - жаброногих раков нервная система лестничного типа; парные ганглии в сегментах широко расставлены и соединены комиссурами, образующими перекладины нервной лестницы. У большинства же видов имеется брюшная нервная цепочка. В отличие от кольчатых червей с таким же типом нервной системы, у членистоногих наблюдается эволюционная тенденция к олигомеризации - слиянию ганглиев из разных сегментов. У речного рака, тело которого состоит из акрона, 18 сегментов и тельсона, имеется лишь 12 нервных узлов в цепочке: один подглоточный, пять грудных и шесть брюшных. А у циклопов и крабов все ганглии брюшной цепочки сливаются в один нервный узел.

Головной мозг ракообразных состоит из парных долей протоцеребрума с грибовидными телами и дейтоцеребрума. Протоцеребрум иннервирует акрон и глаза, дейтоцеребрум - антеннулы. У некоторых раков обособлен еще и третий отдел мозга - тритоцеребрум, иннервирующий антенны, а у всех остальных видов нервы к антеннам отходят от окологлоточного кольца. В состав ганглиев у ракообразных входят еще нейросекреторные клетки, которые выделяют гормоны,

поступающие в гемолимфу и влияющие на обменные процессы в организме, линьку и развитие. У некоторых раков гормоны из нейросекреторных клеток, расположенных на зрительных нервах, поступают в особую синусовую железу, а оттуда в гемолимфу. Их действие вызывает сгущение или дисперсию пигмента в хроматофорах кожи, что приводит к изменению окраски.

Органы чувств. Почти у всех раков хорошо развиты глаза: простые или сложные - фасеточные. У одних ракообразных могут присутствовать только простые глазки (циклопы), или только сложные (большинство высших раков), или сочетается присутствие тех и других (рачки-карпоеды). У глубоководных, а также у сидячих и паразитических раков глаза отсутствуют. Простые глазки инвертированного типа. Они группируются по 2-4 и образуют непарный - науплиусов глаз, характерный для личинки ракообразных - науплиуса. Простой глазок представляет собой пигментный бокал, внутрь которого обращены зрительные клетки; от их наружных концов отходят нервные окончания, соединяющиеся в зрительный нерв. Глаз покрыт прозрачной кутикулой, образующей линзочку - хрусталик. Свет проходит через хрусталик, зрительные клетки и попадает на их светочувствительные внутренние концы. Такие глаза являются обращенными, или/инвертированными. Фасеточные глаза состоят из простых глазков - омматидиев. Каждый омматидий представляет собой конусовидный бокал, ограниченный пигментными клетками. Сверху имеется роговица в форме шестигранника, которая выделяется корнеагенными клетками. Светопреломляющую часть омматидия составляют клетки хрустального конуса. Светочувствительная часть представлена ретинальными клетками. В месте соприкосновения ретинальных клеток образуется светочувствительная палочка - рабдом, на которую фокусируется луч света. От ретинальных клеток отходят нервные волокна, из которых образуется зрительный нерв. В связи с тем, что омматидии изолированы друг от друга пигментом, каждый из них воспринимает небольшую часть изображения. Зрительное восприятие складывается из

отдельных частей, воспринимаемых отдельными омматидиями. Такое зрение называется мозаичным.

У некоторых ракообразных имеются органы равновесия -статоцисты. Например, у речного рака они находятся у основания антеннул. Статоцист представляет собой глубокое открытое впячивание покровов, выстланное изнутри тонкой кутикулой с чувствующими волосками. Статолитами служат песчинки, попадающие в статоцист через его наружное отверстие. При изменении положения тела рака в пространстве статолиты (песчинки) раздражают разные чувствующие волоски статоциста, и соответствующие нервные импульсы поступают в мозг. Во время линьки меняется выстилка статоциста, и в этот период рак теряет координацию движения. Органами осязания и обоняния у ракообразных служат многочисленные осязательные волоски и сенсиллы, расположенные главным образом на антеннах, ногах, вилочке.

Половая система. Ракообразные -раздельнополые животные. Но имеются случаи гермафродитизма у некоторых неподвижных форм. У многих ракообразных выражен половой диморфизм. У самцов иногда антенны превращены в хватательные органы. Самок некоторых ракообразных часто легко узнать по прикрепленным яйцевым мешкам. У высших раков яйцевых мешков не бывает. У самцов речного рака 1-2 пары брюшных ног выполняют роль копулятивных органов. У паразитических и сидячих усоногих раков самцы в несколько раз мельче самок. Гонады парные, иногда частично срастаются. Половые протоки и отверстия парные. Иногда у самок имеются семяприемники, куда поступает сперма самца при спаривании. При этом оплодотворение яиц происходит позднее, когда самка приступает к яйцекладке и опрыскивает откладываемые яйца спермой из отверстий семяприемников. У самцов некоторых видов имеются железистые участки семяпроводов -семенные пузырьки, которые выделяют клейкое вещество, склеивающее сперму в сперматофоры. При спаривании самцы приклеивают сперматофоры к телу самки или вводят их в женские половые отверстия.

У речного рака женские половые отверстия находятся на шестом грудном сегменте у основания третьей пары ходильных ног, а мужские - на восьмом грудном сегменте у основания пятой пары ходильных ног. У самцов рака 1-2 пары брюшных ног превращены в копулятивные трубочки. В период размножения они заполняются спермой, вытекающей из половых отверстий самца. При спаривании при помощи копулятивных трубочек самец вводит сперму в половые отверстия самок.

Форма и размеры сперматозоидов ракообразных сильно варьируют. У некоторых мелких ракушковых рачков сперматозоиды в 10 раз длиннее самого животного и достигают 6 мм. У рачка-галатеи и высших раков сперматозоид похож на песочные часы - с перетяжкой посередине и с тремя длинными отростками в форме треножника. При оплодотворении такой спермий прикрепляется к яйцу отростками; его хвостовая часть, впитывая влагу, разбухает и взрывается, и тогда его головной конец с ядром вонзается в яйцо.

Развитие. Эмбриональное развитие сходно с кольчатыми червями: спиральное неравномерное детерминированное дробление, телобластическая закладка мезодермы. Постэмбриональное развитие обычно происходит с метаморфозом. У многих ракообразных из яйца выходит планктонная личинка - науплиус. Это наиболее характерная личинка для ракообразных. Тело науплиуса состоит из акрона, двух сегментов и анальной лопасти и несет одноветвистые антеннулы и две пары двуветвистых плавательных ног, которые гомологичны антеннам и мандибулам взрослых рачков. На головной лопасти расположен непарный науплиусов глаз. У науплиуса есть кишечник, антеннальные почки, головные ганглии. В зоне роста, перед анальной лопастью, закладываются новые сегменты. Следующая стадия развития - метанауплиус, у которого уже имеются все головные сегменты с конечностями и передние грудные - с ногочелюстями. Личинки несколько раз линяют, и у них постоянно дифференцируются все сегменты, конечности, и внутренние органы, свойственные взрослому животному.

У высших раков, например у креветок, из яйца выходит также науплиус, который затем развивается в метанауплиус, но потом появляется особая личиночная стадия - зоеа, характерная для высших раков. У зоеа имеются, кроме развитых головных и переднегрудных конечностей, зачатки остальных грудных ног, сформированное брюшко с последней парой ног. Зоеа отличается от предыдущих личиночных стадий еще наличием фасеточных глаз. За стадией зоеа у креветок следует мизидная стадия с развитыми грудными ножками и зачатками всех брюшных конечностей. После линьки мизидной личинки формируется взрослое животное. У других высших раков, например у многих крабов, из яйца сразу выходит личинка - зоеа, а у речного рака развитие прямое и из яйца вылупляется молодой рачок с полным составом сегментов и конечностей. Дальнейшее развитие связано с ростом, сопровождающимся линьками.

Раздел 9. Тип Членистоногие. Класс Паукообразные

9.1. Систематика Паукообразных

Паукообразные - класс членистоногих. Наиболее известные представители: пауки, скорпионы, клещи, сольпуги, сенокосцы. Паукообразные распространены повсеместно и преимущественно являются наземными обитателями. По типу питания относятся к хищникам.

Систематика рассмотрена до отряда, так как видовой состав данного класса очень обширный:

Класс: Arachnida (Паукообразные) Cuvier, 1812

- Отряд: Pseudoscorpiones (Ложноскорпионы, или лжескорпионы)

- Отряд: Opiliones (Сенокосцы)
- Отряд: Ricinulei (Рицинулеи)
- Отряд: Palpigradi (Пальпиграды, или щупальцеходные)
- Отряд: Ixodida (Иксодовые клещи)
- Отряд: Mesostigmata (Мезостигматовые клещи)
- Отряд: Holothyrida (Голотиридовые клещи)
- Отряд: Araneae (Пауки)
- Отряд: Opilioacarida (Клещи-сенокосцы)
- Отряд: Amblypygi (Фрины, жгутоногие пауки)
- Отряд: Scorpiones (Скорпионы)
- Отряд: Solifugae (Сольпуги, или бихорки, или фаланги)
- Отряд: Trombidiformes (Клещи краснотелковые, или тромбидиформные)
- Отряд: Sarcoptiformes (Саркоптоидные)
- Отряд: Schizomida (Шизомиды)
- Отряд: Thelyphonida (Телефоны)

9.2. Методы изучения Паукообразных

Начиная исследование, следует прежде всего познакомиться с синантропными видами, встречающимися в комнатах жилых домов, в подвалах и погребах, в сараях и под навесами, на наружных стенах зданий, на заборах и на плетнях. При экскурсиях в леса и сады необходимо тщательно осматривать стволы, ветви деревьев и отставшую кору. Можно применять также отряхивание веток дерева над энтомологическим зонтом или просто над куском белого полотна; таким способом иногда удается собрать редкие виды пауков, населяющих крону деревьев. Собирать пауков, живущих на травянистых растениях, можно либо путем непосредственного осмотра листьев и цветков (при этом следует обратить особое внимание на листья, свернутые в трубочку и

перетянутые паутиной), либо кошением травы обычным энтомологическим сачком. Первый способ, конечно, более трудоемок, но зато он дает возможность выявить биологические особенности пауков и связь их с определенными видами растений.

При сборах пауков обязательно следует проводить обследование лесной подстилки, обращая внимание на особенности почв и растительного покрова в каждом биотопе. Многие пауки бегают по поверхности почвы, укрываясь под различными лежащими на земле предметами, или устраивают себе постоянные глубокие норы.

Таких пауков приходится искать специально, внимательно высматривая их норки или самих животных на дорогах и на других лишенных растительности участках почвы. В этом отношении особая внимательность требуется в степи, в песках, на солонцах и т. д. Всякого рода прикрытия - камни, сухой навоз, куски дерева, доски - во время экскурсий следует переворачивать, осматривая как землю под ними, так и нижнюю поверхность этих предметов. В горных районах необходимо искать пауков также на поверхности скал и в пещерах. Пауки-мирмекофилы добываются просеиванием муравейника энтомологическим ситом. Хотя таких пауков сравнительно немного, все они представляют совершенно исключительный интерес и не могут быть пропущены при полном обследовании фауны той или иной местности. Своеобразная и обильная аранеофауна обнаруживается в норах млекопитающих; с некоторыми специфическими методами сбора этих пауков можно познакомиться по инструкции, составленной С. О. Высоцкой.

Среди пауков только один вид (*Argyroneta aquatica* Cl.) постоянно обитает в воде. Несмотря на это, при изучении фауны пауков ни в коем случае не следует проходить мимо рек, озер, прудов или просто ям, заполненных водой. В первую очередь следует обратить внимание на пауков, бегающих по поверхности воды или по ярко освещенным солнцем листьям *Nymphaea*, *Potamogeton*, *Typha natans* и др. И уже затем необходимо специально обследовать прилегающие

непосредственно к водоемам мокрые берега, береговую растительность, растительный детрит, устилающий берега некоторых водоемов, гальку, крупные камни и валуны. По берегам морей и океанов нуждаются в изучении как песчаные пространства побережий, покрытые отдельными кустиками скудной приморской растительности и никогда не заливаемые прибоем, так и такие участки морского берега, которые постоянно омываются волнами прилива. Выброшенные морем кучи морской травы *Zostera maritima* или куски дерева могут служить убежищем для пауков и должны обязательно осматриваться.

При ловле пауков в большинстве случаев не следует брать их руками: некоторые крупные виды (например, тарантул) могут прокусить кожу человека, а мелких и нежных пауков можно легко раздавить между пальцами. Лучше всего накрывать паука пустой пробиркой, а потом стряхивать его в спирт. Если этот способ применить трудно, следует осторожно схватить паука мягким пинцетом за головогрудь и немедленно опустить в коллекционную пробирку со спиртом. Очень мелких пауков можно собирать влажной кисточкой.

Собирают пауков только в 70-75%-й спирт. Следует отказаться от фиксации пауков в формалине: формалин вызывает затвердевание покровов, конечностей и различных придатков тела пауков, что сильно затрудняет их определение. Пауки собираются в мелкие пробирки и помещаются в крупные банки, которые заполняются спиртом. В таком виде коллекционный материал может храниться практически неограниченное время при условии постоянной доливки испаряющегося спирта. Каждая пробирка с пауками снабжается подробной этикеткой, в которой кроме обычных сведений о времени и месте сборов указываются также возможные биологические особенности пойманных пауков (тип сети, логовища, растение, на котором был пойман паук, гнездо, кокон и т. д.).

Некоторые пауки, обладающие яркой зеленой или красной окраской, в спирте быстро обесцвечиваются. Для сохранения окраски в таких случаях может служить специальная консервирующая жидкость, которая готовится из 100 мл чистого глицерина и 900 мл 95%-го винного или метилового спирта. К

жидкости, получаемой в результате смешивания названных количеств спирта и глицерина, добавляется уксуснокислый свинец так, чтобы на дне бутылки постоянно имелся слой нерастворившейся соли. В течение 3 дней смесь время от времени встряхивается, а перед употреблением фильтруется через бумажный фильтр. Прозрачный фильтрат подкисляется каплей ледяной уксусной кислоты, предупреждающей образование белого осадка при хранении. Пробирки с пауками помещаются в закрытую банку с фиксирующей жидкостью; однако через 3-4 недели рекомендуется заменить эту жидкость свежим фиксатором, в котором коллекционный материал может сохраняться неопределенно долго.

Предложенные способы засушивания пауков на энтомологических булавках, как правило, трудоемки и недостаточно эффективны. Поэтому коллекция пауков на булавках не имеет научной ценности и может быть использована только в демонстрационных целях - на музейных стендах и в учебной работе. Русский врач Н. Новиков (1907) предложил для изготовления коллекции пауков высушивать отдельно брюшко каждого паука так, чтобы оно сохраняло свой внешний вид. Для коллекционирования по методу Новикова могут быть использованы только живые пауки, которые перед высушиванием их умерщвляются хлороформом или эфиром. Затем брюшко паука отрезается тонкими ножницами, кладется на листок плотной бумаги и медленно высушивается над пламенем свечи или керосиновой лампы. Перед высушиванием в брюшко через его кончик вводится кусочек мягкой проволоки, с помощью которой оно затем присоединяется к головогрудь паука. При засушивании головогрудь берется картонная коробка, ставится вверх дном, в которое и вводится булавка с пауком до тех пор, пока вентральная поверхность его не ляжет на картон. После этого расправляют ноги паука, причем кончик каждой ноги, а также и концы пальп приклеиваются к картону гуммиарабиком. Через несколько дней, когда и головогрудь, и ноги хорошо засохнут, нужно отмочить концы ног и снять паука с картона.

Можно предложить и другой способ приготовления "сухой" коллекции пауков с использованием ацетона. При этом способе коллекционирования пауков усыпляют эфиром, кладут на 2-10 мин, в ацетон, где расправляют ноги; затем укрепляют паука на картоне и картон вместе с пауком вновь помещают в ацетон. Через 4 недели паука вынимают из ацетона и сушат на воздухе в течение недели на том же куске картона, приколов его ноги. После высушивания паука его наклеивают на стеклянную пластинку клеем "цедакс". Готовые препараты хранят в энтомологических ящиках.

9.3. Общая характеристика

Паукообразные ведут наземный образ жизни, обитают в почве на ее поверхности, на растениях. Среди паукообразных имеются паразиты растений и животных. Небольшая часть видов вторично перешла к обитанию в воде.

Тело пауков состоит из головогруды и брюшка, у сольпуг и скорпионов брюшко и часть головогруды ясно разделены на сегменты, у клещей все отделы тела слиты. Головогрудь образовалась в результате слияния 7 сегментов (головных и грудных), причем седьмой сегмент у большинства видов почти полностью редуцирован. Головогрудь несет шесть пар одноветвистых конечностей: одну пару челюстей (хелицеры), одну пару ногочелюстей (педипальпы) и четыре пары ходильных ног. У представителей отрядов Скорпионы и Ложноскорпионы педипальпы превращены в мощные клешни, у сольпуг похожи на ходильные ноги. На сегментах брюшного отдела конечности отсутствуют или имеются в видоизмененной форме (паутинные бородавки, легочные мешки).

Покровы паукообразных представлены гиподермой, которая выделяет хитиновую кутикулу. Кутикула препятствует испарению воды организмом, поэтому паукообразные смогли заселить самые засушливые районы земного шара. Производными гиподермы являются ядовитые железы хелицер пауков и

ядовитой иглы скорпионов, паутинные железы пауков, ложноскорпионов и некоторых клещей.

Пищеварительная система, как у всех членистоногих, подразделяется на три отдела: передний, средний и задний. Ротовые аппараты различные, в зависимости от способа питания. В среднюю кишку открываются протоки пищеварительной железы – печени.

Органы дыхания одних видов – легочные мешки, других – трахеи, третьих – легочные мешки и трахеи одновременно. У некоторых мелких паукообразных, в том числе у части клещей, газообмен осуществляется через покровы тела. Легочные мешки считаются более древним образованием, чем трахеи.

Кровеносная система – незамкнутого типа, состоит из сердца и отходящих от него кровеносных сосудов. У некоторых мелких видов клещей сердце редуцируется.

Выделительная система представлена мальпигиевыми сосудами энтодермального происхождения, которые открываются в просвет кишечника между средним и задним отделами кишки. Продукт выделения мальпигиевых сосудов – зерна гуанина. Кроме мальпигиевых сосудов некоторые паукообразные обладают коксальными железами – парными мешковидными образованиями, лежащими в головогруди. От них отходят извитые каналы, заканчивающиеся мочевыми пузырями и выводными протоками, которые открываются у основания конечностей выделительными порами.

Нервная система образована головным мозгом и брюшной нервной цепочкой, у пауков головогрудные нервные ганглии сливаются. У клещей нет четкого разграничения между головным мозгом и головогрудным ганглием, нервная система образует около пищевода сплошное кольцо.

Органы зрения развиты слабо и представлены простыми глазками, число глазков – различное, у пауков их чаще всего 8. Большая часть паукообразных –

хищники, поэтому для них особое значение имеют органы осязания, сейсмического чувства (трихоботрии), обоняния.

Паукообразные – раздельнополые животные. Вместо наружного оплодотворения у них развивается внутреннее оплодотворение, сопровождаемое в одних случаях передачей от самца к самке сперматофора или в других случаях – копуляцией. Сперматофор представляет собой выделяемый самцом «пакет» с семенной жидкостью.

Большинство паукообразных откладывают яйца, но у некоторых скорпионов, ложноскорпионов и клещей наблюдается живорождение. У большинства паукообразных развитие прямое, у клещей – с метаморфозом: из яйца выходит личинка с тремя парами ног.

Раздел 10. Тип Членистоногие. Класс Насекомые

10.1. Систематика Насекомых

Систематика класса, представленная в различных работах, отражает разные взгляды их авторов и является дискуссионной. Внутри класса насекомых обосновано выделение клад (подклассов) Archaeognatha и Dicondylia (Zygentoma +

Pterygota). Крылатых насекомых делят на кланды Ephemeroptera + Odonatoptera + Neoptera. В инфраклассе новокрылые насекомые выделяют около 30 отрядов, группируемых в несколько кланд (когорты, надотряды), статус которых дискутируется (например, Polyneoptera, Paraneoptera, Oligoneoptera или Holometabola). Не утихают споры, касающиеся систематического положения или необходимости сохранения статуса целого ряда таксонов. Например, самостоятельные ранее отряды клопы и равнокрылые теперь объединяются в отряд полужесткокрылые, а отряд термиты включён в отряд тараканообразные. В то же время веерокрылые (иногда объединялись с жуками) и богомолковые (объединялись с тараканами) современными авторами снова рассматриваются как отдельные отряды. Из-за всего выше описанного, предоставить единую, современную, научную систематику класса Насекомые не представляется возможным. Рекомендуем использовать систематику школьного курса.

10.2. Методы изучения Насекомых

При сборе насекомых в полевых условиях студент всегда должен иметь при себе комплект оборудования. К основным предметами полевого энтомологического снаряжения относятся сачок, морилка, пинцет, нож, коробочка для бабочек и стрекоз, пробирки с пробками, полевая сумка.

Сачок применяется для сбора насекомых (летающих, прыгающих, сидящих на травянистых растениях, кустарниках, деревьях, почве, находящихся в воде), реже - пауков, клещей. Представляет собой мешок из различной материи, укрепленный на металлическом обруче, который прикреплен к палке. Перед полевой практикой выкройку для изготовления сачка и палку можно взять у лаборанта кафедры биологии.

Сачки бывают нескольких видов:

- Воздушный сачок используют для отлова многих насекомых, которые значительную часть времени проводят в воздухе, - бабочек, стрекоз, ручейников, многих мух, перепончатокрылых, прямокрылых и им

подобных. Он должен быть легким и удобным, свободно фильтровать воздух, не создавая впереди себя воздушной волны. Его изготавливают из мельничного газа (капроновой сетки) или из марли.

- Сачок для энтомологического кошения служит для сильного обмахивания травянистых и древесных (по тонким ветвям) растений, на которых насекомые питаются или прячутся. Этот метод является эффективным при сборе многих насекомых.
- Сачок для сбора насекомых в кроне деревьев представляет собой обычный сачок для энтомологического кошения, только более крупных размеров.

Методы сбора насекомых. Энтомологическое кошение. Сбор насекомых этим методом производят следующим образом: сачок берут в одну руку так, чтобы конец палки доходил до локтя. Обруч сачка ставят перпендикулярно к поверхности земли или кроне куста или дерева. Затем сачком быстро проводят по растению. Большое значение при этом имеет сила удара сачка по растениям. При медленном ведении сачка подбивающего удара не получится, насекомые успевают свалиться на землю. Наоборот, при слишком сильном ударе вместе с насекомыми в сачок попадут сбитые части растений, которые мешают выборке насекомых, поэтому следует подбирать среднюю силу удара. При этом надо иметь в виду, что чем тверже растение, тем сильнее по нему надо ударять. При кошении по травянистой растительности исследователь не стоит на месте, а идет, делая удары сачком через один или два шага. Взмахом считается один удар сачком в одну сторону. При этом лучше всего ударять сачком перед собой, несколько откидывая руку в сторону, но не поворачивая туловища. Закончив взмах, сачок поднимают в воздух, поворачивают кругом на 180 градусов и делают взмах в обратную сторону. При сборе насекомых с кустов и деревьев кошения ведут без переходов, захватывая с каждым взмахом новые зоны крон растений. Из сачка насекомых выбирают руками, эксгаустером, ловчей пробиркой. Если планируется использовать для исследований полный сбор, то часто удобно для этой цели применять сачок с привязным мешочком. После кошения мешочек

отвязывают, в лаборатории насекомых замаривают, не вынимая из мешочка. Кошение проводят только в сухую погоду, днем. При росе или в дождь сачок намокает, насекомые прилипают к полотну мешка и сбор их почти невозможен.

Сбор летающих насекомых. Бабочек, стрекоз, ручейников, многих мух, перепончатокрылых, прямокрылых и им подобных удобнее всего ловить воздушным сачком. При их обнаружении незаметно подходят и резким взмахом сачка подсекают. На лету сачок переворачивают на 180 градусов, и насекомое окажется в мешке сачка, откуда его легко можно извлечь. Бабочкам следует при этом слегка прижать грудной отдел. Это травмирует их моторную мускулатуру, и они уже не могут улететь. Всех остальных насекомых можно поймать в сачке руками или выбрать эксгаустером и потом поместить в морилку. Нередко насекомое долго не садится, и его надо научиться ловить на лету. Резким точным взмахом сачка захлестывают его и, перевернув сачок, изолируют в мешке.

Специальные приспособления для сбора наземных беспозвоночных:

Полотно. При сборе с небольших деревьев и кустарников хорошие результаты дает стряхивание насекомых 3 м с \square на полотно. Обычно берут квадратное светлое полотно размером 4 x 4 или 3 x разрезом до центра. Такое полотно осторожно подводят под деревце или куст, причем ствол вводят в разрез, который по возможности смыкают; затем растение сильно встряхивают руками или колотушкой (короткая толстая палка, обернутая резиной или тряпками). Потревоженные насекомые в большинстве своем падают на полотно, откуда их быстро собирают в морилку или банки.

Волокуши служат для сбора иксодовых клещей. Это простое приспособление состоит из полоски материи, прикрепленной к палке. Его волокут по траве, при этом клещи прицепляются к материи.

Биоценометры используют для сбора и исследования фауны насекомых на поверхности земли, преимущественно в травостоях.

Почвенные сита. Для сбора беспозвоночных из лесной подстилки, мха, сильно разложившейся древесины, сухого навоза, речных наносов, растительных остатков, грибов и т.д. используется просеивание субстрата на почвенных ситах.

Эклекторы. Принцип действия эклекторов основан на использовании фототаксиса, гидротаксиса или термотаксиса насекомых. Соответственно бывают фото-, гигро- и термоэклекторы. Наиболее часто используются фотоэклекторы (например, для облегчения сбора насекомых из трухи, подстилки, почвы, навоза и т.п.).

Ловчие пояса применяются для сбора насекомых, передвигающихся по стволам деревьев. Особенно эффективны они в плодовом саду для вылавливания гусениц плодовой гнили, некоторых видов тлей, клещей, многих паразитов насекомых. Для изготовления ловчих поясов используют мешковину, солому, гофрированную бумагу и др.

Ловчие ямы и почвенные ловушки широко используют при отлове насекомых, движущихся по поверхности почвы. Эти ловушки представляют собой прямоугольные ямы глубиной 30-35 см, размером 25 x 25, лучше 50 x 50 см, или канавки, на дно которых помещают различные приманки или просто банки с фиксирующей жидкостью. Осматривают ямы по утрам, выбирая в морилку попавших насекомых.

Пищевые ловушки основаны на способности насекомых прилетать на запахи. Наиболее простой конструкцией пищевой ловушки являются корытца с бродячей патокой. Изготавливаются они из оцинкованного железа или дощечек глубиной 6-10 см, площадью 1500 см². Корытца устанавливают горизонтально на высоте 1 м на колышках, вбитых в землю.

Светоловушки весьма эффективны при сборе ночных насекомых. Различными источниками света привлекаются чешуекрылые, двукрылые, клопы, жуки, перепончатокрылые, сетчатокрылые, цикады, белокрылки, иногда – тли и другие насекомые. Источник света устанавливают на открытых участках, против

него натягивают белое полотно так, чтобы лучи света падали на экран. Прилетающих к свету насекомых можно собрать воздушным сачком или пинцетом с покрывала, разостланного под экраном.

Существует три основных способа хранения энтомологического материала: на ватных слоях (матрасиках), в смонтированном виде на энтомологических булавах и в консервирующих жидкостях. Кроме того, имеются особые способы хранения насекомых, например, в бумажных пакетиках (чешуекрылые), в надутом состоянии (гусеницы) и др. При подготовке к длительному хранению и составлению различных коллекций энтомологический материал соответствующим образом обрабатывается.

Разборка представляет собой начальный этап обработки собранного в поле материала и подготовки его к длительному хранению. Если насекомые доставлены в лабораторию живыми, их необходимо заморить или фиксировать. Затем материал раскладывается на чистый светлый (или контрастирующий по цвету с объектами) лист бумаги и очищается от мусора. Разборка материала проводится в основном с помощью пинцета, а очень мелких объектов – с помощью мягкой (колонковой) кисточки. При захвате насекомого пинцетом необходимо оберегать его от повреждений. Разборку материала и последующее раскладывание его на матрасики надо проводить в тот же день, когда он собран. Сохранение неразобранного материала в течение суток приводит к тому, что насекомые становятся сухими и ломкими, а при продолжительном хранении в морилках они к тому же могут покрыться плесенью.

10.3. Общая характеристика

Тело покрыто кутикулой, содержащей хитин (как и у всех членистоногих).

Тело насекомых состоит из головы, груди и брюшка. Грудь состоит из трех сегментов. Количество сегментов брюшка бывает разным в зависимости от вида (от 6 до 10 сегментов).

Три пары ног (всего 6), которые отрастают от сегментов груди. Каждая нога состоит из нескольких члеников (тазик, вертлуг, бедро, голень, лапка). У некоторых насекомых ноги могут быть видоизменены в связи с тем, что выполняют не функцию хождения, а какую-либо другую (для прыжков, рытья, плавания, хватания). Например, у кузнечиков задние ноги более мощные и длинные и обеспечивают ему хороший прыжок. А у богомолов передние ноги видоизменены в хватательные конечности, ими он ловит других насекомых.

У большинства насекомых имеются две пары крыльев. Они отрастают от двух последних сегментов груди. У ряда групп первая пара крыльев видоизменена в жесткие надкрылья (например, у жуков).

На голове имеется одна пара усиков, на которых располагаются органы обоняния и осязания.

Глаза насекомых сложные (фасеточные), состоят из множества простых глазков (фасеток). Такие глаза формируют мозаичное изображение (общая картина составляется из маленьких частей).

У насекомых нервная система и поведение сложнее, чем у других групп членистоногих, но ее общий план строения примерно такой же. Выделяют головной мозг (надглоточная ганглиозная масса), окологлоточное кольцо, брюшную нервную цепочку.

Насекомые могут по-разному питаться. В процессе эволюции у них сформировались различные ротовые аппараты (грызущего, сосущего, фильтрующего и других типов). В любом случае в образовании ротовых аппаратов участвуют верхние и нижние губы, пара верхних и пара нижних челюстей, а также хитиновый язык.

Пищеварительная система состоит из ротовой полости, пищевода, зоба (не всегда), желудка, средней кишки, задней кишки, анального отверстия. В ротовую полость и среднюю кишку впадают различные железы, выделяющие пищеварительные ферменты. В желудке насекомого пища в основном

измельчается с помощью жестких хитиновых образований. Переваривание происходит в средней кишке, которая на границе с желудком по кругу имеет слепые отростки, увеличивающие ее поверхность.

Выделительная система представлена только мальпигиевыми сосудами. Это трубки, один конец которых впадает в заднюю кишку, а другой находится в полости тела и слепо замкнут. Через стенки мальпигиева сосуда из полости тела, в которой течет кровь, фильтруются продукты жизнедеятельности, которые требуется вывести из организма. Из задней кишки они выходят вместе с неперевавленными остатками пищи. Наиболее вредные вещества организм насекомых изолирует в так называемом жировом теле (но основная его функция — запас питательных веществ).

Дыхательная система состоит только из трахей — разветвленных трубочек, пронизывающих тело. Наружу они открываются на каждом сегменте парой отверстий.

Кровеносная система незамкнутая, т. е. из сосудов кровь изливается в полость тела, а затем снова собирается в сосуды. Кровь толкает сердце, расположенное на спинной стороне брюшка. Из сердца кровь течет в головном направлении. От головы кровь течет в брюшном направлении по промежуткам между органами. Затем снова собирается в сосуды, идущие к сердцу. Кровь участвует только в переносе питательных веществ из кишечника и выводе вредных продуктов жизнедеятельности из клеток. Кислород в ткани организма насекомого поступает прямо из трахей. В них же из тканей выделяется углекислый газ. Несмотря на то, что трахейная система дыхания для членистоногих считается более продвинутой, и трахеи пронизывают все тело насекомого, данный тип дыхания препятствует увеличению размеров насекомых. Большое тело невозможно полноценно обеспечить кислородом с помощью трахей.

Существует два типа развития насекомых: с полным превращением и с неполным превращением. У насекомых с полным превращением в жизненном цикле наблюдается метаморфоз, когда непохожая на взрослых особей личинка через окукливание сильно изменяется и становится взрослым половозрелым насекомым. Такое развитие позволяет личинкам и взрослым питаться и жить в разных местах, что снижает конкуренцию между ними. У насекомых с неполным превращением метаморфозов в жизненном цикле нет. Из яиц они выходят внешне похожими на взрослых особей. По мере роста молодняк несколько раз линяет, в нем развиваются половые органы.

На протяжении исторического развития жизни на Земле (эволюции) многие насекомые вступили в своеобразный симбиоз с цветковыми растениями, став их опылителями и кормясь их пыльцой и нектаром. Именно это определило и их внешнее строение (особенно строение ротового аппарата) и все многообразие и красоту цветков растений. Многие виды насекомых опыляют только определенные виды растений, цветок которых приспособлен для опыления только данным видом насекомого.

Список используемых источников

1. Актуальные проблемы изучения ракообразных. Сборник тезисов и материалов докладов научно-практической конференции,

- посвященной 90-летию со дня рождения Николая Николаевича Смирнова. Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, 17–20 мая 2018 г. – Ярославль: Издательское бюро “Филигрань”, 2018. 164 с.
2. Ашихмина, Т. Я. Школьный экологический мониторинг: учебно-методическое пособие. Т. Я. Ашихмина. М.: АГАР, 2000. 385 с
 3. Рупперт Э.Э., Фокс Р.С., Барнс Р.Д. Зоология беспозвоночных: функциональные и эволюционные аспекты. Т. 1. Протисты и низшие многоклеточные. М., 2008. 484 с.
 4. Гнездов С.Р. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛЛЮСКОВ ПРЕСНЫХ И СОЛОНОВАТЫХ ВОД. М. 2018. 25с.
 5. Городилова С.Н., Лябов И.Ю. Протисты водоемов города Красноярск: некоторые аспекты биологии и экологии: учебное пособие. Краснояр. гос. пед, ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2021. 222 с.
 6. Догель В. А. Зоология беспозвоночных: Учебник под редакцией Ю. И. Полянского. 8-е изд. М. 2015. 246 с.
 7. Зоология беспозвоночных: в 2 т. под ред. В. Вестхайде и Р. Ригера. Т. 1: от простейших до моллюсков и артропод. М: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 512 с.
 8. Скарлато, О. А. Старобогатов, Я. И. Антонов. Н. И. Методы. Под ред. Г. Л. Шкорбатова, Я. И. Старобогатова. Л: ЗИН. 1990. 205 с.
 9. Тишечкин Д.Ю. ИЗУЧЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ НАСЕКОМЫХ, ПАУКОВ И КЛЕЩЕЙ, РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ ИХ ДИАГНОСТИКИ. М. 2016 г. 238 с.