

С.В. Важов

ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ



Учебное пособие

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет
имени В.М. Шукшина»

С.В. Важов

ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Учебное электронное издание

Бийск 2021

© АГТПУ им. В.М. Шукшина, 2021.
© С.В. Важов, 2021.
ISBN 978-5-85127-967-6

Об издании

УДК 581.5

ББК 28.58я 73

В 12

Издаётся по решению реакционно-издательского совета АГГПУ им. В.М. Шукшина

Научный редактор:

А.В. Мацюра – зав. кафедрой зоологии и физиологии Алтайского государственного университета, доктор биологических наук, профессор (г. Барнаул).

Рецензенты:

И.А. Ильиных – доцент кафедры географии и природопользования Горно-Алтайского государственного университета, кандидат биологических наук (г. Горно-Алтайск);

Г.Г. Ушакова – доцент кафедры естественно-научных дисциплин Алтайского государственного гуманитарно-педагогического университета им. В.М. Шукшина, кандидат биологических наук (г. Бийск).

В 12 Важов, С.В.

Экология животных [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Важов; Алтайский гос. гум.-пед. ун-т им. В.М. Шукшина. – Бийск: АГГПУ им. В.М. Шукшина, 2021. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). ISBN 978-5-85127-967-6.

В работе излагается лекционный материал, приведены теоретические сведения и задания для выполнения практических и лабораторных занятий, а также самостоятельной работы; даются вопросы изучения экосистем и оценки биоразнообразия в природе; приводится словарь экологических терминов и контрольно-измерительные материалы для закрепления знаний. Имеется необходимая информация и подробные рекомендации по выполнению рефератов, курсовых и дипломных работ.

Для обучающихся в высших учебных заведениях по направлениям подготовки «Педагогическое образование» и «Биология» естественно-научных профилей.

Табл. 10, рис. 13, список лит. – 77 наим.

На обложке:

Лосиха с лосятами в Большереченском заказнике Алтайского края.

Фото С.В. Важова.

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования: Процессор 1000 MHz, свободное место на HDD не менее 100 Мб, 256 Мб RAM, ОС: Windows XP/7/8/10, CD-ROM, предустановленное ПО Adobe Reader.

© АГГПУ им. В.М. Шукшина, 2021.

© С.В. Важов, 2021.

Об издателе

Электронное издание создано с помощью Microsoft Office Word.
Технический редактор электронного издания Торопчина О.В.

Дата подписания к использованию 22.10.2021
Объём издания 3,32 Мб
1 CD-R

Издатель: Алтайский государственный гуманитарно-педагогический
университет имени В.М. Шукшина
659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53.
Тел.: +7 (3854) 41-64-38
E-mail: rektor@bigpi.biysk.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
ГЛАВА 1. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ	9
Тема 1. Введение в курс экологии животных	9
Тема 2. Факториальная экология животных	11
Тема 3. Температура, вода и влажность как экологические факторы	15
Тема 4. Среды обитания животных	20
Тема 5. Популяционная экология животных	27
Список литературы, рекомендуемой для подготовки к лекционным занятиям	31
ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	33
Практическое занятие № 1	33
Тема: Предмет и объект изучения экологии животных, краткая история науки (2 часа)	33
Практическое занятие № 2	33
Тема: Факториальная экология животных (2 часа)	33
Практическое занятие № 3	34
Тема: Популяционная экология животных (2 часа)	34
Практическое занятие № 4	35
Тема: Биоценозы (2 часа)	35
Практическое занятие № 5	36
Тема: Экосистемы (2 часа)	36
Практическое занятие № 6	37
Тема: Биосфера (2 часа)	37
Практическое занятие № 7	38
Тема: Экологические аспекты хозяйственной деятельности человека (2 часа)	38
ГЛАВА 3. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	40
3.1. Организация лабораторных занятий	40
Общие указания к организации и проведению лабораторных работ	40
Методические рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям	41
Правила выполнения, оформления и сдачи лабораторных работ	41
Инструкция по технике безопасности на лабораторных занятиях	42
3.2. Тематика и содержание лабораторных работ	43
Лабораторная работа № 1	43
Тема: Основы экологической статистики (2 часа)	43
Лабораторная работа № 2	46
Тема: Корреляционный анализ в экологических исследованиях (2 часа)	46
Лабораторная работа № 3	47
Тема: Жизненные формы насекомых (4 часа)	47
Лабораторная работа № 4	48
Тема: Жизненные формы рыб, земноводных и пресмыкающихся (4 часа)	48
Лабораторная работа № 5	53

Тема: Жизненные формы птиц и млекопитающих (4 часа).....	53
Лабораторная работа № 6.....	57
Тема: Адаптивные биологические ритмы животных (2 часа).....	57
Лабораторная работа № 7.....	59
Тема: Популяции, их демографическая структура, популяционный анализ (2 часа)	59
Лабораторная работа № 8.....	63
Тема: Биологическое разнообразие и методы его оценки (2 часа)	63
Лабораторная работа № 9.....	67
Тема: Структура и энергетика экосистем (2 часа).....	67
Лабораторная работа № 10.....	71
Тема: Сукцессии (2 часа).....	71
ГЛАВА 4. ВНЕАУДИТОРНАЯ РАБОТА	75
4.1. Самостоятельная работа по темам курса	75
Тема: История развития экологии как науки	75
Тема: История развития взаимоотношений человека с окружающей природной средой.....	76
Тема: Взаимодействия организмов со средой обитания	78
Тема: Динамика экосистем	79
Тема: Ландшафтная классификация природных экосистем.....	80
Тема: Экологическая безопасность	80
4.2. Задания для реферативных работ	81
4.3. Курсовая работа	83
4.4. Выпускная квалификационная работа	86
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ	91
ПРИМЕРНЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	109
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ	110

ВВЕДЕНИЕ

Экология – это наука об отношениях живых организмов или их групп с окружающей средой. На современном этапе правильнее рассматривать экологию не только как научное направление, но, прежде всего, как особую проблемно ориентированную систему знаний, направленных на формирование нового типа мышления, призванного пронизывать все науки, технологические процессы и сферы деятельности. Среди широкого круга учёных-биологов общепризнанным фактом сейчас считается, что научно-технический прогресс и быстрый рост народонаселения вызвали беспрецедентное антропогенное воздействие на биосферу, и, как следствие, привели к глобальному экологическому кризису, поставившему человека на грань возможности выживания как вида (В.А. Гордиенко и др., 2014).

Однако существует противоположная точка зрения определенной группы людей, считающих глобальный экологический кризис алармистской выходкой учёных-экологов, призванной направить часть финансовых потоков на оправдание их собственного существования. При этом, по мнению В.А. Гордиенко с соавторами (2014), сейчас становится очевидным, что современная потребительская присваивающая цивилизация, сделавшая своим фетишем прибыль во имя ещё большей прибыли, не решила практически ни одной социально значимой задачи разумного человеческого общества. Потенциал присваивающих цивилизаций, появившихся в начале голоцена, практически исчерпан. Человечество не отдает себе отчёта в том, что речь сейчас идет не об отдельных трудностях, а о кризисе всей цивилизации: переходе биосферы в состояние бифуркации. Поэтому основная задача современного общества – не допустить этого перехода.

По А.С. Степановских (1997), *содержание* экологии можно определить исходя из концепции уровней организации жизни (рис. 1). Сообщество, популяция, организм, орган, клетка и ген – основные из них расположены в иерархическом порядке – от более крупных систем к малым. На каждом уровне или ступени в результате взаимодействия с окружающей физической средой (энергией и веществом) возникают характерные функциональные системы. «Под *системой* понимаются упорядоченно взаимодействующие и взаимозависимые компоненты, образующие единое целое. Экология изучает, главным образом, системы выше уровня организма: популяционные, экологические. Самая крупная и наиболее близкая к идеалу по «самообеспечению» является *биологическая система – биосфера*. Она включает все живые организмы, находящиеся во взаимодействии с физической средой Земли как единое целое, чтобы поддерживать эту систему в состоянии устойчивого равновесия, получая поток энергии от Солнца, её источника и переизлучая эту энергию в космическое пространство».

Экология животных является одним из основных разделов экологии. Она призвана сформировать научные представления о структуре взаимоотношений животных и воздействующих на них факторов среды, либо факторов, находящихся под влиянием животных. Для изучения природных процессов в экологии животных используются знания из зоологии, общей биологии, физики, химии, физической географии и других наук. Особенно тесные связи существуют между экологией и физиологией животных (рис. 1), многие методы которой широко применяются в экологических исследованиях.

Как и другие области естествознания, экология, и в том числе экология животных, развивалась непрерывно на протяжении всей истории цивилизации. В своём становлении претерпела *три этапа*: *первый* этап развития – накопление с древнейших времён фактического материала и первые попытки его систематизации, *второй* этап экологии связан с ботанико-географическими исследованиями природы отдельных континентов, с зарождением биогеографии, что способствовало становлению экологического мышления в обществе.

Эволюционное учение Ч. Дарвина открыло *третий* этап экологии. В это время завершилось отделение экологии от других наук. Зародившись в недрах биогеографии, благодаря учению Ч. Дарвина, экология превратилась в науку об адаптациях организмов.

Для новой области знаний в 1866 г. немецким зоологом Э. Геккелем был предложен термин «экология»: «Это познание экономики природы, одновременное исследование всех взаимоотношений живого с органическими и неорганическими компонентами среды, включая непременно неантагонистические и антагонистические взаимоотношения растений и животных,

контактирующих друг с другом» (Е. Наеckel, 1866). Э. Геккель относил экологию к биологическим наукам и наукам о природе, изучающим все стороны жизни биологических организмов. В дальнейшем термин «экология» получил всеобщее признание.



Рис. 1. Положение экологии среди других биологических наук
(по Н.П. Наумову, 1963; из Т.А. Дауда, А.Г. Коцаев, 2015)

В XX веке актуальность изучения экологии определялась углубляющимся воздействием человека на природу и возникшей необходимостью поиска путей их взаимной безопасности, т.к., к сожалению, при оценке своих взаимоотношений с природой люди скорее склонны изменять её, чем свои представления о разумности этих взаимоотношений (В.А. Гордиенко и др., 2014).

ГЛАВА 1. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ

Тема 1. Введение в курс экологии животных

Термин экология происходит от греческих слов ойкос – дом, жилище и логос – учение, наука, то есть, в буквальном изложении экология – это знание об обитателях «природного дома» и обо всём, что в нем происходит. Примечательно, что термин экономика также образован от греческого слова ойкос и буквально означает искусство ведения домашнего хозяйства. В идеале экономика и экология должны органично дополнять друг друга, к сожалению, в реальной жизни это можно наблюдать очень редко (Экология животных ..., 2005).

В современном понимании, экология – это наука об отношениях организмов или групп организмов с окружающей их средой. Отсюда логически вытекает основная цель экологии как науки – получение наиболее полного и всестороннего представления о взаимоотношениях между живыми организмами и средой их обитания.

Экология имеет свои специфические объекты исследования, с одной стороны, это среда обитания во всех своих проявлениях и все характеризующие ее параметры, с другой стороны, живые организмы – живая материя, в основном на трёх уровнях ее организации: организменном (особи, индивидуумы и их группы), популяционно-видовом (популяции, таксоны рангов ниже видового и виды) и экосистемном (сообщества). Предметом рассмотрения для этой науки являются взаимоотношения между живыми организмами и средой их обитания.

Экология животных – один из разделов экологии, выделяемый наряду с экологией почв, экологией растений, экологией водорослей, экологией грибов, экологией микроорганизмов и др. Таким образом, экология животных – это наука об отношениях животных организмов или групп организмов с окружающей их средой. Принципы экологии животных идентичны общеэкологическим, но они рассматриваются сквозь призму специфики зоологических объектов. Поэтому экология животных теснейшим образом интегрирована к различными разделами экологии и зоологии. Среди последних следует особо выделить морфологию и физиологию животных, этологию, зоогеографию.

Различают два основных подхода к изучению экологических объектов. Статический или феноменологический подход предполагает выполнение экологических наблюдений и описаний (например, определение структуры биологического разнообразия животных организмов). Динамический или каузальный подход нацелен на выявление причинно-следственных связей (как правило, при этом используется экологический эксперимент).

Как любая другая наука, экология пользуется как специфическими методами исследований, так и заимствует методологию других отраслей знаний. Среди используемых современной экологией животных методологических подходов и принципов следует особо выделить три (Экология животных ..., 2005):

1. Принцип системности означает, что любая экологическая система рассматривается как целое, обладающее свойствами, не сводимыми к сумме свойств его компонентов. Каждый уровень экосистемы характеризуется собственными, присущими только ему свойствами, и, кроме того, обладает суммой свойств входящих в него подсистем–компонентов. Примером может служить кумулятивное действие вырабатываемых животными ядов; компенсация выпавших экземпляров в колониях кишечнополостных; синергическое антитоксическое действие слизи, продуцируемой рыбами, находящимися в ограниченном объёме воды.

2. Статистические методы позволяют корректным образом количественно описать экологические процессы, рассматривая их как стохастические (вероятностный характер процессов, протекающих в биологических и экологических системах, подробно рассматривается в курсе биометрии).

3. Моделирование. Модель – это абстрактное описание того или иного явления реального мира, позволяющее делать предсказания относительно этого явления. Простейшие модели имеют неформализованную основу – это вербальные (словесные) и графические модели. Моделями являются подробные описания (диагнозы) зоологических видов, наскальные изображения охотничьих животных, схемы биологических циклов паразитов и т.п. Более

совершенные модели имеют формализованную основу – это математические модели, например, динамики численности насекомых-вредителей, позволяющие предсказывать их численность в определенный момент времени и принимать обоснованные решения по управлению ею.

Экология как наука базируется на разных отраслях биологии (физиология, биофизика, генетика и др.) и тесно связана с небологическими естественными науками (физика, химия, геология, география, математика и др.), на терминологический аппарат и технологические возможности которых опираются экологические исследования. Экологические знания являются неотъемлемой частью информационной базы современной медицины и ветеринарии. Экология животных тесно связана с прикладными направлениями науки – зоотехнией, охотоведением, лесоведением, защитой растений, медицинской и ветеринарной зоологией, охраной природы.

Исходя из вышеизложенного, можно сформулировать разнообразные задачи экологии животных, от общетеоретических до узко прикладных (Экология животных ..., 2005):

1. Исследование закономерностей взаимодействия животных организмов со средой обитания, в т.ч. в связи с антропогенным воздействием на природные системы.
2. Прогнозирование изменений в природе под влиянием деятельности человека.
3. Экологическая индикация при определении тех или иных компонентов и элементов среды обитания, в т.ч. биоиндикация загрязнения среды с использованием животных организмов.
4. Управление процессами, протекающими в биосфере, в том числе регуляция численности популяций животных.
5. Сохранение биологического разнообразия животных организмов и эталонов ненарушенных природных систем как сред их обитания.
6. Создание научной основы рациональной эксплуатации биологических ресурсов, в т.ч. перехода от промысла животных к их культивированию.
7. Восстановление нарушенных природных систем (в т.ч. восстановление пастбищ, продуктивности водоёмов и т.п.).

Неразумные попытки преобразовать природу вопреки её законам, имевшие место в прошлом и не прекращающиеся в настоящее время, по сути дела и породили острую проблему экологического кризиса. Основная задача экологии в приложении к практике – создать необходимую научную базу для успешного, и с минимальными издержками, ее разрешения (В.А. Радкевич, 1997; Экология животных ..., 2005).

Первые экологические знания были накоплены человечеством на заре его развития. Знания об окружающей среде – животных, растениях, других племенах, силах природы – были жизненно необходимы первобытному человеку, т.к. помогали выжить в весьма враждебном мире. Важнейшей вехой в развитии человечества стало освоение огня и других природных явлений, а также создание орудий, позволявших человеку преобразовывать среду своего обитания, что и положило начало возникновению человеческой цивилизации.

Наука как специфическая сфера общественного сознания начала оформляться в Античном мире. Труды Гиппократы, Аристотеля, других мыслителей того времени содержат массу сведений экологического плана. В эпоху Средневековья научная деятельность в странах Европы подвергалась запретам, накопление научного знания практически прекратилось, многое было утрачено. В это время естествознание (а значит и исследования экологической направленности) в той или иной степени развивались в странах Востока.

Многие работы натуралистов эпохи Возрождения носили явно экологический характер. Примером могут служить исследования Антони ван Левенгука (начало XVII века) сообществ микроорганизмов виноградного сока на разных стадиях его сбраживания. Великое Княжество Литовское в это время являлось одним из наиболее развитых государств Европы. До нас не дошли какие-либо значимые научные труды в области естествознания, но первые шаги в области появления экологического права сделаны были здесь (Экология животных ..., 2005; В.А. Гордиенко и др., 2014).

В Российской империи естествоиспытатели-натуралисты активно вели работу по описанию природы Восточной Европы и Северной Азии. Среди прочих огромный вклад в изучение животного вида внесли П.С. Паллас, К.М. Бэр, М.А. Мензбир, А.Ф. Миддендорф. Основоположником экологического направления в естествознании в России был профессор

Московского университета К.Ф. Рулье (1814–1858), который призывал изучать живые организмы в их взаимоотношениях с окружающей средой, так как: «Ни одно органическое существо не живёт само по себе; каждое вызывается к жизни и живёт постольку, поскольку находится во взаимодействии с относительно внешним для него миром». Первой собственно экологической научной работой в России считается магистерская диссертация «Периодические явления в жизни зверей, птиц и гад Воронежской губернии» (1855) его ученика Н.А. Северцова. Однако экологические исследования вплоть до XIX века не дифференцировались среди прочих отраслей так называемых естественно-исторических наук.

Собственно термин экология был предложен выдающимся биологом Эрнестом Геккелем в 1866 г (Haeckel, 1866.). Термин биоценоз ввел в 1877 г. немецкий гидробиолог К. Мёбиус. Оформление экологии в самостоятельную дисциплину произошло на рубеже двадцатого столетия, однако этот термин оставался малоупотребимым. Окончательно утвердился он лишь после Второй мировой войны. Первые советские экологические работы рубрицировались по направлению биоценология. Автором первого отечественного учебника по экологии животных был Д.Н. Кашкаров.

Массовый поворот к различным аспектам экологии, особенно природоохранным, в сознании населения произошёл в конце шестидесятых годов XX века. С этого времени люди стали проявлять озабоченность проблемами загрязнения среды обитания, охраны природы, вопросами потребления ресурсов сырья и энергии. В нашей стране осознание широкими массами населения стоящих перед обществом экологических проблем произошло только в конце восьмидесятых годов, толчком которому послужила катастрофа на Чернобыльской АЭС и другие техногенные аварии, а также катастрофические стихийные явления в природе.

Тема 2. Факториальная экология животных

С точки зрения экологической науки, среда – это тела и явления (объекты и процессы), с которыми организм находится в прямых или косвенных отношениях.

Под факторами среды, то есть экологическими факторами подразумеваются любые элементы среды, способные оказывать на живые организмы то или иное влияние. Например, воздействие на животных космического нейтринного излучения, пронизывающего Земной шар, никак не проявляется. Ввиду этого, его можно исключить из числа элементов среды, относящихся к числу экологических факторов, действующих на планете в данное время (Н.П. Наумов, 1963; Экология животных ..., 2005).

В свою очередь, организм реагирует на экологический фактор специфическими приспособительными реакциями. Способность к адаптации, приспособлению – фундаментальное свойство органической жизни. Эта способность обеспечивает возможность живым организмам выжить в конкретных условиях их обитания.

Существует большое число различных классификаций экологических факторов. Так, факторы среды можно разделить (Экология животных ..., 2005) на:

- факторы неживой природы, т.е. абиотические;
- факторы живой природы, т.е. биотические.

Под абиотическими факторами понимается воздействие материи (в форме вещества и/или полей) и ее основных характеристик (температура, величина ускорения свободного падения и т.п.). Среди прочих выделяются следующие группы абиотических факторов:

- климатические (температура, вода/влажность, свет, атмосферное давление, ветер и др.);
- эдафические (механический состав, влагоемкость, воздухопроницаемость, плотность почвы);
- орографические (рельеф местности, высота над уровнем моря, экспозиция склона);
- химические – газовый состав воздуха и наличие химических загрязнений;
- состав воды – содержание растворённых веществ и взвесей;
- кислотность, осмотическое давление и состав почвенных растворов;
- химический состав грунта.

Климатические факторы являются одними из важнейших, определяющих условия обитания животных на суше. Данные обычных метеорологических наблюдений дают

представление о макроклимате определенной территории. Те же показатели для отдельного биотопа позволяют нам судить о его мезоклимате. Соответственно, мезоклимат северного и южного склонов одного и того же холма будет различаться. Понятие микроклимата относится к малых размеров (площадью до десятков квадратных дециметров) участкам поверхности почвы, растительного покрова и т.п. Например, полуденная температура коры на северной и южной сторонах ствола дерева в солнечный день может различаться на десятки градусов.

Биотические факторы – это разного рода воздействия живых организмов, в том числе особей своего вида. Под микробиогенными факторами подразумевается деятельность бактерий, вирусов, риккетсий и других микроскопических организмов; микогенными – грибов; фитогенными – растительных организмов; зоогенными – деятельность животных организмов. Несколько в стороне стоит антропогенный (антропогенный) фактор как специфическая деятельность человека.

Другие системы классификации экологических факторов основаны на иных критериях. Например, можно разделить факторы на зависящие от численности (плотности) организмов и не зависящие от таковой (Экология животных ..., 2005). Так, региональный макроклимат практически не зависит от состава и плотности животного населения региона. В то же время, животные могут существенно влиять на микроклиматические условия. Например, при тотальном объедании хвои или листвы деревьев насекомыми при вспышках массового размножения в лесу изменяется ветровой режим, влажность, динамика температуры на уровне крон и у поверхности почвы. Из-за выпадения отдельных растений древостой может изреживаться, а групп – образоваться прогалины. Эти изменения неизбежно скажутся на последующих поколениях этих же насекомых, а также их конкурентах и энтомофагах.

С практической точки зрения полезна дифференцировка экологических факторов по периодичности их действия. Именно этот критерий лежит в основе классификации, предложенной А. С. Мончадским, который предложил выделять следующие их группы:

- первичные периодические – явления, связанные с вращением Земли и Луны (смена времен года, параметры солнечной радиации, приливно-отливные явления, определяемые положением Луны относительно Земли);
- вторичные периодические, являющиеся следствиями действия первичных периодических (суточный ход температуры, влажности, освещенности, динамика кормовых ресурсов и т.п.);
- непериодические – факторы, не имеющие правильной цикличности (стихийные явления, механический и химический состав почвы, орографические факторы как таковые, залповые выбросы вулканического вещества, а также техногенных ксенобиотиков и т.п.).

Эволюционно у живых организмов выработались приспособления к действию периодических факторов. Неблагоприятное воздействие непериодических факторов зачастую оказывается фатальным, поскольку, живые организмы не в состоянии выработать соответствующие адаптации вследствие непредсказуемости их проявления.

По пространственно-временному параметру можно выделить стабильные и лабильные экологические факторы. Значения первых (например, уровень гравитации, содержание азота в атмосферном воздухе) константно в течение весьма продолжительных периодов времени. Действие вторых подвержено выраженным изменениям во времени и пространстве. Изменения во времени могут быть:

- правильно-периодическими (регулярными) – это сезонные и суточные ритмы, приливно-отливные явления;
- случайными (нерегулярными) – изменения погодных условий (вплоть до катастрофических стихийных явлений, таких как бури, тайфуны, ливни, обвалы, оползни, сели и т.п.), землетрясения, залповые выбросы ксенобиотиков, падение метеоритов и т.п.;
- векторными (направленными) – направленное изменение климата, опустынивание, зарастание водоёмов, рост концентрации углекислого газа в атмосфере, нарастание выброса в окружающую среду соединений серы и других ксенобиотиков.

Действие отдельных факторов следует ограничивать от действия комплексов факторов. Например, восточная экспозиция склона холма сама по себе (как наличие уклона) не отличается от северной или юго-западной. Однако она определяет продуваемость территории ветрами,

освещение склона лучами восходящего солнца и прогрев – полуденного, а также более раннее наступление вечерних сумерек, выражающееся в снижении освещенности, дополняемое понижением температуры и повышением относительной влажности воздуха приземного слоя. Высота над уровнем моря и глубина погружения связаны с еще более обширными комплексами факторов.

Экологические факторы могут оказывать на животных различное действие, воздействуя (Н.П. Наумов, 1963; Экология животных ..., 2005) как:

- ограничитель, обуславливая возможность или невозможность существования в данных условиях (например, низкие температуры для теплолюбивых форм; недостаток кормов для птиц зимой);

- раздражитель, приводя к проявлению соответствующих физиологических и поведенческих адаптивных реакций (например, при высоких температурах многие млекопитающие прибегают к гипервентиляции легких, что ведет к охлаждению тела за счет испарения);

- модификатор, инициируя морфологические и физиолого-биохимические перестройки (пустынные и полупустынные формы обычно обладают интенсивнее склеротизированными и обладающими светоотражающими свойствами покровами тела, тогда как обитатели влажных биотопов имеют слабо склеротизированные покровы и окраску, позволяющую телу лучше аккумулировать тепло солнечных лучей. Примером могут служить мигрирующие саранчовые, обитающие в полупустынных условиях, либо плавнях рек);

- сигнал, информируя об изменении в параметрах других экологических факторов (например, сокращающаяся продолжительность светового времени суток информирует животных о предстоящих сезонных изменениях температур).

При этом экологический фактор может выступать в качестве:

- условия, которые животными не расходуются и не могут быть исчерпаны; один организм не может сделать условия недоступными или менее доступными для другого (например, температура или относительная влажность воздуха, общая солёность воды);

- ресурса, который потребляется животными организмами (это могут быть кормовые ресурсы, микроэлементы в химически доступной форме, растворённый в воде кислород и т.п.);

- источника информации, то есть сигнала (например, свет как индикатор открытого пространства инициирует у скрыто живущих насекомых реакцию поиска укрытия или затаивания).

Разнообразие экологических факторов весьма велико, велика специфика и проявления, действия их на животные организмы. Установление общих закономерностей действия факторов среды также является предметом экологии (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988).

Закон экологического оптимума может быть сформулирован следующим образом: «Каждый переменный фактор имеет лишь определенные пределы положительного влияния на организмы. Как недостаточное, так и избыточное действие фактора отрицательно сказывается на жизнедеятельности особей».

Следствием из этого закона является правило лимитирующего действия факторов, которое гласит, что факторы среды, значения которых наиболее далеки от оптимума, в первую очередь ограничивают возможность существования вида в данных условиях.

Лимитирующие факторы среды предопределяют географический ареал видов и других таксонов животных. Ареал паразита не может выходить за пределы ареала его хозяина. Крапчатый суслик не распространяется из немногочисленных островных местообитаний в южной половине Беларуси, поскольку не приспособлен переносить низкие температуры зимой. Ласточки и стрижи прилетают позже других птиц не вследствие собственно своей исключительной теплолюбивости, а из-за сезонных изменений плотности аэропланктона. Зимующие в городах Беларуси утки-кряквы подтверждают, что основной причиной перелётности этих птиц является отсутствие достаточной кормовой базы в период ледостава.

Несколько иная формулировка – отсутствие или невозможность процветания определяется недостатком (по качеству или по количеству) либо, наоборот, избыточным проявлением любого из факторов, уровень (интенсивность) которых близок к предельно переносимому – известна как закон толерантности Шелфорда (С.О. Негроров и др., 2001).

Каждому организму свойственен свой диапазон толерантности, переносимости воздействия различных экологических факторов. Это зона между критическими точками, за пределами которой его существование невозможно. Для оценки широты этого диапазона используется понятие экологической валентности. Широкой экологической валентностью, в частности, характеризуются многие из широко, иногда всесветно, распространенных животных.

Виды с широкой экологической валентностью носят название эврибионтных, с узкой – стенобионтных. Чаще имеется информация о степени экологической валентности животных по отдельно взятым экологическим факторам. Отсюда и соответствующие термины (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988):

- стенотермы – животные, способные существовать в узком температурном диапазоне, эвритермы – в широком диапазоне;
- эврифаги – потребители широкого круга кормовых объектов, стенофаги – узкого круга объектов.

Представители различных систематических групп животных существенно отличаются друг от друга как по положению оптимума, так и по экологической валентности. Иногда формулируется соответствующее правило несовпадения диапазонов (спектров) экологической валентности разных видов (Экология животных ..., 2005). Песцы, обитатели тундры, переносят колебания температуры в диапазоне от -55 до $+30$ °C, и их диапазон толерантности равен 85 °C. Животные умеренных широт, в большинстве своём, эвритермны. Напротив, обитатели пещер, теплых источников, обитатели тропических лесов и коралловых рифов, как правило, стенотермны. Например, у ракообразных *Copilia mirabilis* диапазон толерантности равен примерно 6 °C, и они могут обитать в воде тёплых источников с температурой в диапазоне 23 – 29 °C.

Многие виды рыб эвригалинны, то есть способны обитать в водоёмах разного уровня солёности – от пресных до солёных. Так, судак обычен в лиманах Азовского и Чёрного морей; каспийской сельдью в XIX веке в промышленных масштабах промыслили в Волге. Напротив, коралловые полипы стеногалинны, и локально опресняющие морскую воду сильные ливни могут приводить к массовому отмиранию поверхностно расположенных полипов.

Среди животных есть как эврифаги (тараканы, муравьи-кочевники, опоссумы, крысы, свиньи, павианы, а также человек), так и стенофаги (тутовый шелкопряд, трубкал, коала, медведь-пищуход).

Правило неоднозначности действия факторов на различные процессы у одного и того же организма можно проиллюстрировать примером бабочек мельничной огнёвки, – повышение температуры ведёт к интенсификации обмена веществ у этих насекомых и снижению их двигательной активности (тепловое оцепенение).

Правило вариабельности ответных реакций на действие факторов среды у разных особей одного вида проявляется в том, что диапазон толерантности, критические точки, оптимальная и пессимальная зоны не совпадают для отдельно взятых индивидуумов. Эта вариабельность определяется индивидуальными наследственно обусловленными характеристиками особей, половыми, возрастными и физиологическими различиями. Так, у общественных пчелиных срок жизни самцов ограничен несколькими месяцами, тогда как самки зачастую живут годами. Жертвами хищников, болезней, неблагоприятных погодных условий, в первую очередь, становятся физиологически ослабленные (низкими температурами, бескормицей и т.п.) особи. Минимальные критические температуры для покоящихся стадий развития насекомых намного ниже, чем для активных. Яйца многих тлей, открыто расположенные на хвое и побегах растений, сохраняют жизнеспособность при продолжительных зимних морозах до -35 °C, тогда как личинки погибают уже после нескольких часов воздействия слабо отрицательными (-5 °C) температурами. Как правило, наиболее чувствительны к экстремальным значениям экологических факторов животные в период размножения. Из вышесказанного можно сделать вывод, что экологическая валентность вида всегда шире экологической валентности особи (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988).

Следующее правило гласит, что приспособленность к одному фактору среды не зависит от приспособленности к иным факторам, либо в ином звучании – к каждому фактору среды животные приспособляются взаимонезависимо. Эвригалинные виды могут быть как

стенотермами, так и эвритермами, стенофагами или эврифагами. Совокупность диапазонов экологических валентностей по всему набору экологических факторов составляет экологический спектр вида.

Экологические факторы могут взаимодействовать, но не являются полностью взаимозаменяемыми. Так, низкие температуры при сильном ветре воспринимаются как еще более низкие, а жара легче переносится при низкой относительной влажности воздуха.

Большинство животных отличаются мобильностью, высоким уровнем развития сенсорно-регуляторных систем, что обеспечивает им специфические возможности в регистрации тех или иных параметров окружающей среды и оперативном использовании имеющихся адаптационных возможностей.

Тема 3. Температура, вода и влажность как экологические факторы

Известно, что жизнь – это способ существования белковых тел. Условные «границы жизни» – это температурный диапазон, в рамках которого возможно существование и нормальное функционирование белков. Максимальная критическая температура определяется биохимическими параметрами белков, которые видоспецифичны, а также несколько различаются у отдельных индивидуумов. Имеющие белковую природу ферменты, в большинстве своём, оптимально функционируют в диапазоне температур 10–35 °С. В этом интервале, как правило, имеет место четкая зависимость скорости метаболических процессов от температуры. Количественным показателем, характеризующим этот процесс, является так называемый температурный коэффициент Q_{10} , который указывает, во сколько раз возрастает скорость ферментативной реакции при увеличении температуры на 10 °С. При температурах ниже границ оптимального диапазона биохимические реакции замирают, выше – происходит тепловая денатурация белков (Н.П. Наумов, 1963; Экология животных ..., 2005).

Животные используют разные стратегии адаптации к температурному фактору. В частности, ими реализуются два основных способа теплообмена с окружающей средой:

- гомойотермные организмы (к которым традиционно относят млекопитающих и птиц) при изменении температуры окружающей среды поддерживают температуру тела на стабильном уровне;

- у пойкилотермных организмов температура тела изменяется вслед за изменением температуры окружающей среды и близка к последней.

Если температура окружающей среды весьма стабильна (например, в подземных пещерах), холоднокровных животных придется формально причислить к гомойотермным. Некоторые теплокровные (колибри, стрижи, ласточки, сурки, сони, рукокрылые и др.), впадающие в неблагоприятных условиях в спячку, могут значительно снижать температуру тела и получили название гетеротермных.

В последнее время экологи чаще делят животных на эндотермных, регулирующих температуру тела за счёт собственной теплопродукции, и эктотермных, использующих внешние источники тепла (Экология животных ..., 2005). Такое деление все же имеет некоторые изъяны и не может считаться абсолютным. С одной стороны, в принципе эктотермные животные – шмели, пчёлы, бражники, стрекозы, некоторые другие беспозвоночные, многие рыбы (например, тунцы) и некоторые пресмыкающиеся – способны некоторое время поддерживать высокую температуру за счёт продуцируемого организмом эндогенного тепла. Было бы неправильным утверждать, что эндотермы весьма прогрессивны, а эктотермы – примитивны. Просто они используют разные стратегии адаптации к температурному фактору. Эндотермам на терморегуляцию приходится затрачивать весьма значительные энергетические ресурсы, – это дорогая плата за независимость от температуры окружающей среды. Больше выгод она сулит в условиях умеренно-холодного климата с длительными периодами относительно низкой температуры. Если эндотермы, выражаясь условно, придерживаются активной позиции, эктотермы пассивны. Можно сказать, что за низкую плату (относительно небольшие энергозатраты), они получают незначительные преимущества, оставаясь «пленниками случайных обстоятельств». Эндотермные животные очень зависят от пищевых ресурсов. Там, где ресурсов мало, выжить им трудно. Например, в пустыне Намиб, отличающейся крайне

суровыми природными условиями, обитают единичные виды животных, а эндотермы представлены одним видом питающихся пресмыкающимися орлов (Н.П. Наумов, 1963; Экология животных ..., 2005).

Верхняя критическая термальная точка зависит от уровня термостабильности белков и способности организма регулировать температуру тела. При этом различают три основных терморегуляторных механизма, реализуемых в комплексе, либо по отдельности.

Биохимический механизм, предусматривающий продукцию организмом эндогенного тепла из запасных веществ (например, бурого жира), свойствен, главным образом, эндотермным животным. Метаболизм у них при понижении температуры не замедляется, а интенсифицируется. Частично тепловая энергия вырабатывается скелетными мышцами при треморном дрожании (дрожь от холода), частично – различными клетками организма в состоянии так называемого терморегуляционного тонуса.

Теплопродукция является функцией объёма (чем больше объём – тем больше теплопродукция), а теплоотдача – функцией площади поверхности (чем больше поверхность – тем больше теплоотдача). Эта закономерность находит отражение в двух эмпирических правилах. Правило Бергмана констатирует, что у теплокровных животных, обитающих в холодном климате, размеры тела в целом крупнее, чем у близких видов, обитающих в условиях более теплого климата. Бурый медведь крупнее гималайского, гималайский крупнее индийского губача, а губач – малайского медведя. Согласно правилу Аллена, у теплокровных животных, обитающих в холодном климате, выступающие части тела (уши, хвост, конечности, которые увеличивают общую площадь поверхности тела) короче, чем у близких видов, обитающих в условиях более тёплого климата. Хрестоматийным примером является ряд: песец – обыкновенная лиса – корсак – фенек, если у песца короткие подвернутые уши практически не выступают из шерстяного покрова, то у фенека по размерам сравнимы со всей головой (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988).

Физиологический механизм предполагает распределение и перераспределение жировых запасов, соответствующую пигментацию, изменение состояния перьевого, волосяного, чешуйчатого либо воскового покровов, кутикулы, перераспределение кровотоков, регуляцию испарения влаги через покровы тела и слизистые и т.п. Обитающие в холодных водах китообразные и ластоногие располагают толстым слоем подкожного жира. Многие обитающие в умеренной климатической зоне млекопитающие на зиму приобретают более плотный шерстный покров с подпушком, а весной он линяет и теряет прежние теплоизоляционные свойства. В условиях жаркого климата подкожные жировые отложения препятствуют теплоотдаче, что может иметь следствием опасный перегрев тела. У адаптированных к таким условиям курдючных пород овец жировые отложения накапливаются в массивном хвосте (так называемый «жирный хвост»).

Этологический механизм предполагает перемену поз (перелётная саранча холодными утрами подставляет лучам солнца широкий бок тела, а в жаркий полдень – узкую спинку); активный поиск благоприятных микроклиматических условий (пустынные змеи и ящерицы забираются на ветви кустарников, чтобы не контактировать с раскаленной поверхностью грунта; насекомые ночуют в венчиках цветков, которые дольше сохраняют тепло); строительство и использование убежищ и укрытий, в том числе нор; использование водоёмов (буйволы полуденные часы проводят в водоёмах), коллективные формы поведения (овцы в метель сбиваются в «черепахи», температура внутри которых может достигать +30 °С); в знойные дни верблюды могут организовывать аналогичные образования для защиты молодняка от перегрева, так как внутри них температура удерживается на уровне +35 °С (при температуре поверхности освещаемой солнцем шерсти до +70 °С). В пустынных зонах термиты достигают водоносного слоя и смачивают водой стены термитника изнутри.

Экотермные животные в большей степени зависимы от температуры окружающей среды, чем эндотермные. При переходе через критические точки диапазона выживаемости эти животные впадают в холодовое либо тепловое оцепенение, в зависимости от обстоятельств оно может быть обратимым и необратимым (летальным). Обитатели тропических морей, как правило, стенотермны и, как это ни парадоксально, менее термоустойчивы, чем многие наземные и пресноводные животные. Критическими для большинства морских беспозвоночных

являются температуры в диапазоне 30–32 °С, для пресноводных беспозвоночных – 41–44 °С, для сухопутных беспозвоночных – 45–50 °С. Если произошла необратимая денатурация белков, тепловое поражение будет летальным.

Слишком низкие температуры также неблагоприятны для многих животных. У теплолюбивых форм при длительном воздействии температур ниже +10 °С может наблюдаться холодное повреждение липидных компонентов мембран. Еще более опасно образование в клетках и межклеточном пространстве кристаллов льда. Чтобы этого не произошло, у холодостойких животных накапливаются антифризы (главным образом, глицерин) и повышается концентрация растворённых в полостных жидкостях и цитоплазме низкомолекулярных соединений (глюкоза, трегалоза, другие углеводы, аминокислоты). Покоящиеся стадии некоторых животных (цисты нематод, простейших, коловратки) могут после осторожного обезвоживания переносить температуры, близкие к абсолютному нулю.

Существуют специфическая экологическая группа животных-криофилов, активная жизнедеятельность которых протекает при температурах около нуля. Они располагают криопротекторами в биологических жидкостях и специализированными ферментными системами, эффективно работающими в таких условиях. В большинстве своём это арктические и антарктические рыбы и ракообразные. В фауне Беларуси криофилы представлены летающими при низкоположительных и слабоотрицательных температурах в тихую погоду во время зимних оттепелей зимними комариками (*Trichoceridae*) и родственными скорпионницам ледничниками (*Boreidae*), обнаруживаемыми во время оттепелей на микропроталинах, поросших мхами стволах деревьев и валунах.

Интенсивность жизнедеятельности, осуществление всех жизненных процессов, в том числе роста и развития, у эктотермных животных практически однозначно определяется температурными условиями. Существует некоторая пороговая температура, ниже которой эти процессы можно считать полностью заторможенными. Чем более температура превышает пороговую, тем интенсивнее идёт развитие и тем быстрее будет реализован, пройден жизненный цикл особи. Если эндотерму для прохождения определенного этапа своего развития требуется определённый промежуток времени, то эктотерму – комбинация времени и температуры, называемая физиологическим временем или суммой эффективных температур. Исходя из этого, продолжительность периода развития может быть рассчитана по формуле (Экология животных ..., 2005):

$$t = K / \sum (T - T_n),$$

где: К – сумма эффективных температур (физиологическое время в градусо × сутках);

Т – фактическая температура (°С);

Т_п – пороговая температура (°С), а t – время (сут.).

Зная эти показатели, можно рассчитать сроки прохождения основных этапов развития животного в конкретных температурных условиях. Например, для икры форели пороговая температура развития равна нулю, а сумма эффективных температур – 140 град. × сут. Нетрудно рассчитать, что при +2 °С икра будет развиваться 205 дней, при +5 °С – 82 дня, а при +10 °С – лишь 41 сутки. Значения Т_п и К видоспецифичны, но могут колебаться в некоторых пределах от популяции к популяции и различаются для разных стадий развития, например, у насекомых.

Подводя итоги, можно констатировать, что термальный фактор действует как:

- условие, которое животным необходимо учитывать в своей жизнедеятельности, выбирая оптимальное местообитание и пр.

- ресурс (примером может служить набор необходимой суммы эффективных температур для прохождения определенных стадий развития у эктотермных животных; достижение нужной температуры тела для переваривания добычи у змей);

- сигнал о приближающемся изменении условий обитания (осеннее похолодание инициирует прекращение питания насекомыми и физиологическую подготовку к предстоящей зимовке).

Вода и влажность.

Жизнь возникла в воде, и все биохимические обменные процессы в организме совершаются в жидкой фазе. Для водных животных вода – условие, получить её не составляет проблемы. В простейшем случае окружающая и внутренняя среды организма изотоничны. Пресноводные и малосолоноводные животные сталкиваются с проблемой пассивного поступления внутрь организма воды ввиду градиента осмотического давления. У разных животных эта проблема может решаться тремя путями:

- коррекцией (подстройкой) осмотического давления за счёт уменьшения внутреннего осмотического давления, в том числе переводом растворимых соединений в мало- и нерастворимые (глюкоза и трегалоза превращаются в гликоген, а триглицеролы – в гликоген и липиды), причем возможности подобной коррекции ограничены;

- изоляцией внутренней среды организма за счёт малой водопроницаемости покровов (примером могут служить взрослые жуки-плавунцы и водолюбы, а из ластоногих – пресноводная нерпа);

- активного транспорта (выведения) пассивно поступающей воды за счёт работы сократительных вакуолей у простейших, анальных желез у личинок комаров и т.д.

С обратной проблемой сталкиваются обитатели гипергалинных сред – минеральных источников, соленых лиманов и заливов (таких как Кара-Богаз-Гол на Каспии), солёных озёр, солёных болот (марши) и т.п. Им приходится либо прибегать к изоляции внутренней среды за счёт снижения проницаемости покровов тела, либо активно выводить поступающие ионы и закачивать воду (Н.П. Наумов, 1963; Экология животных ..., 2005).

Солоноватоводные животные обычно обладают широкой степенью экологической валентности по фактору солёности. У личинок мух- береговушек *Ephydra cinerea*, живущих в соляной рапе с концентрацией 18% (по NaCl), осмотическое давление гемолимфы изотонично 3% раствору NaCl. При содержании в дистиллированной воде оно снижается и становится изотоничным 2% раствору NaCl.

Для почвенных и, особенно, наземных животных вода чаще является ресурсом, а относительная влажность воздуха или почвы – условием. Влаголюбивые формы носят название гигрофилов, сухолюбивые – ксерофилов, промежуточные положение занимают мезофилы. Не все обитатели сухих биотопов являются истинными ксерофилами (таковы москиты, комары-галлицы, мокрицы, наземные улитки).

Почвенные и наземные животные могут получать воду:

- непосредственно, – втягивая и лакая воду, слизывая капли и добывая ее самыми разнообразными способами: так, самцы рябков на берегу водоёма смачивают грудные перья, а птенцы затем отжимают их клювиками; слоны разламывают стволы баобабов, чтобы добраться до находящейся внутри жидкости; пьющие животные зависят от водоемов, – верблюды, лошади, многие антилопы вынуждены совершать для их посещения значительные переходы;

- с влажной пищей – многие растительноядные жуки-листоеды и долгоносики не пьют, получая необходимую влагу при потреблении сочных тканей растений;

- поглощая покровами тела влагу из окружающего воздуха, почвы или иных материалов (обитающие в муке и крупах личинки жуков-хрущаков, многие почвенные членистоногие);

- метаболически, за счёт окисления резервных либо потребленных в виде пищи органических веществ, как непитающиеся имаго ручейников, подёнок, некоторых бабочек (тонкопряды, мешочницы); многие грызуны, питающиеся семенами, утилизируют влагу коллоидов, а также нарабатывают метаболическую воду; в эксперименте несколько поколений жуков-кожееядов успешно развилось на абсолютно сухой фильтровальной бумаге, загрязнённой белками и жирами (Экология животных ..., 2005).

Расходуется вода животными организмами по двум статьям:

- испарение (покровами и слизистыми);

- выведение с экскретами (мочой и каловыми массами).

Животные могут переносить кратковременное обезвоживание, однако потеря воды приводит к гибели скорее, чем голодание. Выносливость к обезвоживанию, как правило, выше у животных, постоянно подвергающихся тепловым перегрузкам. Например, критическими для жизни являются потери воды в количестве до 17% массы тела у собак и 27% у верблюдов.

Регуляция водного баланса осуществляется путем реализации различных механизмов (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988; И.А. Шилов, 2000).

Этологические механизмы включают:

- выбор соответствующих местообитаний (дрозофилы летают под пологом деревьев, многие животные пустынных зон концентрируются в оазисах и речных долинах);
- выбор времени активности (слизни и садовые улитки активны ночью и утром, когда еще не высохла роса и высока относительная влажность воздуха; дождь позволяет распространить период активности на дневное время суток);
- уход в почву (обитающие в пустынях и полупустынях москиты на самом деле влаголюбивы; их личинки развиваются в растительных остатках в норах грызунов и других укромных местах. Днём имаго прячутся в норах, погребах, пещерах, а летают по ночам; тушканчики прячутся на день в норы, затыкая вход; некоторые муравьи и термиты даже используют для этих целей свои сильнохитинизированные головные капсулы);
- поиск водоёмов (антилопы, табуны лошадей кочуют от водопоя к водопою).

Морфологические механизмы предполагают:

- приобретение эпикутикулы или рогового слоя (эпикутикула насекомых богата восками и гидрофобна, то есть обладает водоотталкивающими свойствами; аналогичные свойства характерны для роговых образований рептилий);
- герметизацию (переднежаберные моллюски – лужанки, битинии и многие морские формы – закрывают вход в раковину крышечками, легочные моллюски – заливают вход слизью, образующей по высыхании пробку; слизни, двоякодышащие рыбы, некоторые другие животные одеваются слизистым чехлом-коконом с включением частиц ила, песка и глины; насекомые могут регулировать просвет дыхалец; у пустынных жуков-чернотелок дыхальца трахейной системы, через которые в основном и идет потеря воды у насекомых, открываются не наружу, а в специальную вентилируемую камеру под надкрыльями).

Физиологические механизмы предусматривают:

- наработку метаболической воды (она осуществляется в основном из углеводов, так как жиры требуют для окисления слишком много кислорода, – чтобы обеспечить его поступление, необходимо интенсифицировать дыхание, что ведет к опережающему росту влагопотерь);
- снижение водопотерь от испарения (например, за счет снижения двигательной активности и герметизации трахейной системы у насекомых);
- совершенствование азотистого обмена (у рыб и многих других водных животных конечным продуктом азотистого обмена является аммиак, гусениц чешуекрылых – аллантоин и аллантоиновая кислота, млекопитающих и некоторых насекомых – мочевины, пауков – гуанин, большинства насекомых, птиц и рептилий – мочевая кислота; указанные соединения перечислены в последовательности снижения растворимости в воде, – мочевая кислота настолько мало растворима, что может выводиться из организма в виде содержащей мелкие кристаллы пастообразной массы);
- снижение потерь воды основными экскретами. У высших насекомых снижение водопотерь обеспечивается мальпигиевыми сосудами, которые впадают в кишечник и функционируют экономичнее лабиальных желез примитивных наземных членистоногих. Эффективность изъятия воды еще выше у форм, имеющих криптонефридиальные мальпигиевые сосуды. Механический «отжим» экскрементов у насекомых осуществляют 6 опухолевидных образований в прямой кишке, называемых ректальными железами. Соответствующие механизмы изъятия влаги из каловых масс имеются и у других обитателей аридных зон. Так если у коров на 100 г сухого вещества помёта в среднем приходится 566 г воды, тогда как у верблюдов, питающихся сочными кормами в 5,5 раз, а сухими – в 9 раз меньше.

Возможна и пассивная адаптация, – образование соответствующих переживающих стадий: покоящихся яиц, спор (споровики), цист (коловратки, простейшие), гипопусов (клещи). Двоякодышащие рыбы проводят сухой сезон в состоянии анабиоза. У икремечущих карпозубых икра может месяцами храниться в грунте полностью пересохшего водоёма. Высыхание является необходимым для нормального развития в последующем яиц комаров-кулицид рода *Aedes*, самки которых осуществляют яйцекладку у уреза воды мелких луж (Экология животных ..., 2005).

Гомойотермные животные «платят» за стабильность температуры тела повышенным расходом воды через испарение. Верблюды с температурой тела 34–35 °С идут на риск её повышения вплоть до критического для здоровья порога (40,1 °С) в целях экономии влаги. Пойкилотермные и мелкие гомойотермные животные не могут позволить себе больших водопотерь и стараются избегать перегрева.

Влияние влажности воздуха зачастую трудно отделить от влияния температуры, поскольку повышение температуры сопровождается повышением скорости испарения (Н.П. Наумов, 1963). В условиях высокой влажности (вследствие огромной относительной теплоёмкости воды), сглаживаются пиковые значения температур. Температура в значительной степени может изменить тенденции распределения (накопления или испарения) выпадающих осадков и характер воздействия влажности на животных. Например, арктическая Хатанга расположена в болотистой местности, а Ашхабад окружен пустынями. При этом в Хатанге за год в среднем выпадает 230 мм осадков при среднегодовой температуре –13,5 °С, а в Ашхабаде – 231 мм при температуре + 15,7 °С. Для оценки влияния на животных сочетаний температуры и влажности (обводненности) используется метод климограмм, предусматривающий построение по среднемесячным значениям средних температур и сумм осадков так называемых климограмм Болла и Хука.

Вытянутость климограммы вверх указывает на жаркое и сухое лето, вниз – суровые зимы, вправо – на наличие влажного, влево – наличие сухого сезона. Построив климограмму для года с максимальной численностью особей интересующего нас вида животных, можно получить представление об оптимальных для него соотношениях влажности и температуры. Анализируя климограммы для разных регионов, можно сделать заключение об их потенциальной пригодности для обитания того или иного вида животных.

Соотношение температуры и влажности имеет существенное значение при выборе животными местообитаний (Н.П. Наумов, 1963; И.А. Шилов, 2000). Если на юге ареала они заселяют влажные и прохладные биотопы, то на севере, скорее всего, будут предпочитать сухие и хорошо прогреваемые. Животные активно стремятся к сохранению своего «экологического стандарта». Г.Я. Бей-Биенко данная закономерность была названа правилом смены стаций. Например, в Среднем Поволжье перелётная саранча заселяет хорошо прогреваемые участки с сухими песчаными почвами, тогда как в Прикаспии обитает в плавнях дельты Волги. В условиях Беларуси оптимальными для развития личинок майских жуков являются сухие песчаные почвы светлых молодых сосняков, тогда как на Украине они предпочитают влажные почвы тенистых широколиственных лесов.

Тема 4. Среды обитания животных

Традиционно выделяют четыре основные среды обитания животных (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988; В.А. Радкевич, 1997): водная, почвенная, наземно-воздушная и живые организмы как среда обитания.

Водная среда обитания.

Для водной среды обитания характерны следующие черты:

- большая плотность;
- значительные перепады давления;
- относительно малое содержание кислорода;
- сильное поглощение световых волн;
- перепады солёности;
- наличие горизонтальных, а иногда и вертикальных перемещений водных масс;
- наличие взвесей, определяющих мутность.

Значительная плотность позволяет опираться на воду. В зависимости от способа передвижения животных, их подразделяют на соответствующие экологические группы. Нейстон составляют животные, перемещающиеся по пленке поверхностного натяжения (примером могут служить известные всем клопы-водомерки и жуки-вертячки). Граница водной и воздушной сред служит ареной жизни представителей плейстона (сифонофоры). Специализированные обитатели дна водоёмов составляют бентос (водные круглые и кольчатые,

взрослые иглокожие, большинство моллюсков и ракообразных, скаты, камбалы, бычки и многие другие рыбы). В толще воды активно передвигаются животные, относимые к нектону (дельфины, пелагические рыбы, рыбы, кальмары, жуки-плавунцы, – большинство из них обладает обтекаемой формой тела и эффективными приспособлениями для плавания). Планктон составляют животные, пассивным образом планирующие (флотирующие) в толще воды и переносимые водными массами (многие жгутиконосцы и коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные, личинки многих водных беспозвоночных). Удерживать тело на плаву планктонным животным, помимо двигательной активности, помогают специальные образования, увеличивающие площадь опорной поверхности (антенны у ветвистоусых и веслоногих ракообразных, шипы и выросты панциря у коловраток и панцирных жгутиконосцев, зонтик у медуз). Наличие газовых вакуолей и камер, жировых включений (пневматофоры сифонофор, жировые включения цитоплазмы ночесветок, пенная цитоплазма радиолярий и т.п.), а также редукция скелета позволяют уменьшить удельный вес тела и увеличить плавучесть.

При погружении на каждые 10 м давление возрастает примерно на одну атмосферу. Многие гидробионты эврибатны. В эксперименте жуки-плавунцы выдерживали давление до 600 атмосфер, соответствующее глубине погружения 6 км. Эврибатные формы могут иметь специальные приспособления для компенсации резких перепадов давления при быстром погружении и всплытии, такие как плавательный пузырь у рыб, спермацетовая «подушка» в черепной коробке кашалота и т.п. Стенобатные животные не имеют подобных адаптационных приспособлений, что предопределяет их обитание на определенных диапазонах глубин. К числу глубоководных стенобатных форм принадлежат, например, погонофоры (Экология животных ..., 2005).

Кислород является в водной среде ресурсом, поскольку его максимальное содержание здесь по крайней мере в 21 раз ниже, чем в воздухе стандартного состава. С повышением температуры и солёности концентрация растворенного кислорода снижается. В воду кислород поступает из атмосферы (его растворению способствует взбалтывание – штормовое волнение, наличие перекатов, водопадов и т.п.) или нарабатывается автотрофами (водорослями). Из-за ограниченной прозрачности воды фотосинтетически активная радиация проникает в воду на глубину 50–200 м, где проходит граница эуфотической зоны. В пресных водоёмах она намного тоньше. За её пределами содержание кислорода обычно в 5–7 раз ниже. Таким образом, с ростом глубины содержание кислорода в воде неуклонно снижается как вследствие уменьшения его поступления, так и интенсивного расходования. Вблизи дна кислорода зачастую столь мало, что условия обитания животных близки к анаэробным.

Водные животные по-разному решают проблему ограниченности ресурсов кислорода. Основные варианты могут быть следующими (Н.П. Наумов, 1963; В.А. Радкевич, 1997):

1. Животные эффективно извлекают растворённый кислород, осуществляя газообмен всей поверхностью тела (покровы при этом должны быть тонкими, а отношение объёма к площади не слишком большим), либо используя жабры, которые могут быть кожными (иглокожие), кишечными (личинки стрекоз, голотурии), трахейными (многие водные личинки насекомых), конечностными (ракообразные) и ктенидиальными (моллюски). Циркуляция воды позволяет увеличить эффективность газообмена. Для этого многие сидячие и малоподвижные животные создают вокруг себя водоток (усоногие раки, полихеты и др.).

2. Животные потребляют атмосферный кислород:

- поступающий по воздуховодам (личинки жуков-радужниц встраивают дыхальце в воздухоносные сосуды, прокалывая стебли амфибиотических растений; личинки мух-журчалок, называемые крысками, выставляют на поверхность конец длинной и гибкой дыхательной трубки; жесткой дыхательной трубкой располагают водяные скорпионы);

- набираемый при всплытии (водные млекопитающие, лабиринтовые рыбы, легочные моллюски и т.д.).

3. Животные используют так называемую физическую жабру. Она представляет собой прикрепленный к телу пузырёк воздуха. Вследствие низкой растворимости, кислород постоянно поступает в пузырёк из окружающей воды. Углекислый газ, напротив, за счёт хорошей растворимости из него удаляется. В результате имеет место естественная регенерация

воздуха в пузырьке. Конец брюшка у водных жуков и клопов снабжён удерживающими воздух гидрофобными волосками, здесь же открываются дыхальца трахейной системы. Эффективность физических жабр невысока, и многие крупные насекомые вынуждены регулярно осуществлять всплытие, чтобы обновить пузырёк.

4. Животные запасают кислород:

- воздуха (подводные колокола паука-серебрянки);
- в связанном виде, в составе дыхательных пигментов.

Так, у личинок комаров-звонцов (красный мотыль) запасы гемоглобина могут составлять до 45% массы тела, что позволяет продолжать активную жизнедеятельность на дне замёрзших на зиму водоёмов.

5. Животные при недостатке кислорода переходят в неактивное состояние – состояние аноксифобии (один из вариантов анабиоза).

6. Животные переходят на анаэробные варианты обмена веществ (простейшие, например факультативно патогенные жгутиконосцы-трихомонады).

Некоторые животные обладают как воздушным, так и водным дыханием (двоякодышащие рыбы, некоторые сифонофоры, бокоплавы, легочные моллюски и др.).

Отдельные обитатели водоёмов способны без каких-либо отрицательных последствий выдерживать значительные колебания содержания кислорода в воде (трубочник, лужанки, золотистый и серебряный караси, вьюны, лини, личинки слепней и др.) – это так называемые эвриоксибионты. Напротив, стенооксибионты (многие лососевые, гольяны, личинки мошек и ряда подёнок, перловицы, усонагие раки и др.) нуждаются в большом количестве растворённого кислорода и не способны переносить его недостаток. В противном случае происходят заморы. Помимо недостатка кислорода, заморы могут быть обусловлены резким подъёмом температуры (примером может служить приход тёплого течения к побережью Эквадора и Перу), ледоставом и повышенной концентрацией нарабатываемого при дыхании живых организмов углекислого газа.

Низкая светопроводящая способность воды затрудняет не только фотосинтез, но и коммуникацию животных. В Амударье и Сырдарье, Хуанхэ, Ганге прозрачность воды временами приближается к нулевому уровню. В таких условиях зрение оказывается малоэффективным источником информации. Обитающие в мутных водах Ганга дельфины *Platanista gangetica* утратили зрение за бесполезностью и ориентируются в пространстве с помощью ультразвукового сонара. Звуковые волны распространяются в водной среде с меньшим затуханием, чем в воздушной. В качестве источника информации они используются водными животными чаще и эффективнее, чем световые. Как правило, очень хорошо развиты у водных животных органы химического чувства. Именно по химическому составу воды проходные лососи узнают реку, в которой отродились из икры (Экология животных ..., 2005).

Обитатели пересыхающих водоёмов вынуждены приспосабливаться к кратковременности (эфемерности) их существования. Специфические условия жизни обусловили выработку двух основных стратегических направлений адаптации (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988; И.А. Шилов, 2000):

1. Сокращение жизненного цикла, – смена поколений в этом случае идет быстро, продолжительность жизни особей мала (щитни, жаброноги, ветвистоусые ракообразные, коловратки).

2. Способность переносить высыхание:

- в состоянии гипобиоза (турбеллярии, нематоды, пьавки, брюхоногие моллюски, щитни, двоякодышащие рыбы);
- в стадии цист (простейшие, нематоды);
- на стадии яиц (ветвистоусые рачки, икромечущие карпозубые рыбы);
- на иных переживающих стадиях (геммулы губок-бадяг, стато-бласты мшанок).

Почвенная среда обитания.

Почва представляет собой рыхлый тонкий поверхностный слой суши, непосредственно контактирующий с атмосферой. Он плотно заселен живыми организмами и одновременно является результатом их жизнедеятельности. На этом основании В.И. Вернадский отнёс почву к биокосному телу.

В противоположность твердым горным породам, почва представляет собой не однофазную, а трехфазную полидисперсную систему, объединяющую в своём составе твёрдые частицы, жидкость и находящиеся в полостях газы. Вода присутствует в пяти состояниях:

1. Парообразная – водяной пар в почвенном воздухе.
2. Гравитационная – падающие капли, текущие по скважинам грунта струи.
3. Капиллярная – вода, поднимающаяся вверх по мелким скважинам–капиллярам.
4. Плёночная – водная плёнка на поверхности частиц грунта.
5. Гигроскопическая – вода, связанная с почвенными коллоидами и другими веществами.

Содержание воды в почве может варьировать в широких пределах. Если все полости и скважины заполнены гравитационной водой, условия обитания животных оказываются близкими к таковым в водной среде. В воздушно сухой почве остаётся лишь гигроскопическая и, возможно, парообразная влага, а условия обитания напоминают наземно-воздушную среду.

С глубиной концентрация кислорода в почвенном воздухе снижается, а углекислого газа, как правило, растёт. Приток кислорода осуществляется за счёт диффузии. В малопористых и мелкодисперсных грунтах (глины, лессовая почва) он сильно затруднен. Интенсивное разложение органики ведёт также к повышению концентрации H_2S , NH_3 , CH_4 и других газов, которые ухудшают условия существования (Экология животных ..., 2005).

Температурные условия здесь весьма стабильны. Изменив лишь температурный режим поверхности почвы, с глубиной он выравнивается. На глубине более метра температура близка к среднегодовой и почти не испытывает суточных и сезонных колебаний.

Условия обитания в почве животных организмов в значительной степени зависят от их размеров (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988; В.А. Радкевич, 1997).

Представители микрофауны – простейшие, коловратки, мелкие нематоды – фактически остаются водными животными и населяют поры и полости, заполненные гравитационной и капиллярной водой. Для этих животных почва может быть представляет собой системы микроводоёмов. Зачастую с равным успехом они могут заселять и обычные водоёмы (как инфузории *Colpoda*), либо представлены там более крупными по размерам (порой, в 5–10 раз) близкими формами (как некоторые амёбы).

Для представителей мезофауны – почвенных клещей, первичнообескрылых (ногохвостки, двухвостки), крупных нематод, многоножек – почва является системой пещер. Самостоятельная прокладка ходов для них не характерна. Гравитационная и пленочная влага опасны для этих животных, так как они могут утонуть либо задохнуться, будучи окутанными плёнкой поверхностного натяжения. Очень часто имеются приспособления для преодоления прилипания: водоотталкивающие покровы тела, восковое опыление, прыгательные или же многочисленные конечности. Насыщенный водяными парами воздух скважин позволяет осуществлять газообмен всей поверхностью покровов. При иссушении почвы животные мигрируют вглубь, то есть против градиента концентрации кислорода. Затопление они могут переживать в пузырьках воздуха, выполняющих функцию физической жабры.

Представители макрофауны имеют размеры тела более крупные размеры (2–20 мм) и вынуждены прибегать к прокладке ходов. Многоножки и черви-энхитреиды протискиваются в скважины и расталкивают почвенные частицы. Дождевые черви и личинки комаров-долгоножек работают гидравлическим методом, – перераспределяют целомическую жидкость либо гемолимфу. Личинки других насекомых используют для прокладки ходов челюсти, головную капсулу как таковую, либо конечности. Если позади животных остается открытый ход, по нему происходит испарение влаги, а самого хозяина легко может настигнуть хищник. Поэтому большинство личинок насекомых засыпают за собой ход, постоянно находясь в камере примерно одинакового объёма.

Еще более крупные животные – представители мегафауны, как правило, сооружают системы тоннелей. Это кроты Евразии, слепыши, слепушонки, цокоры, африканские златокроты и австралийские сумчатые кроты, гигантские земляные кольчатые черви сем. *Megascolecidae* и крупные насекомые (например, медведка). Чтобы обеспечить поступление кислорода, они оставляют за собой ход открытым. Так, слепыши отслеживают целостность галерей с помощью запаха.

Помимо постоянных обитателей почвы, то есть педобионтов, роющую деятельность в грунте осуществляют представители экологической группы норников. Кормятся они на поверхности почвы, но значительную часть времени проводят в норах, где отдыхают, зимуют, размножаются, спасаются от хищников и неблагоприятных факторов. К числу таких животных принадлежат сверчки, норные пауки, многие грызуны (сурки, суслики, песчанки и др.), кролики, барсуки.

По многим параметрам почва по сути дела является переходной средой обитания, соединяющей черты водной и наземно-воздушной. С водной средой почвенную среду обитания объединяют (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988; В.А. Радкевич, 1997):

- стабильный температурный режим;
- ограниченность ресурсов кислорода;
- возможность передвижения в трёх измерениях;
- вариабельность химического состава почвенных растворов;
- то обстоятельство, что вода представляет собой скорее условие, чем ресурс.

С наземно-воздушной почвенную среду обитания объединяют:

- резкие колебания температуры на границе сред;
- ограниченные водные ресурсы поверхностного слоя;
- то обстоятельство, что в верхних горизонтах кислород скорее является условием, а не ресурсом.

Огромный вклад в обоснование эволюционной роли почвы при освоении животными организмами суши внесла советская школа почвенных зоологов во главе с М. С. Гиляровым.

Наземно-воздушная среда обитания.

Эта среда обитания животных организмов отличается наибольшим разнообразием экологических факторов. Освоить её смогли лишь немногие, а именно моллюски, членистоногие и хордовые.

Кислород, ввиду постоянно высокого содержания в атмосфере, является здесь условием, а не ресурсом. Лишь в горах, вследствие низкого парциального давления кислорода, могут возникать проблемы со снабжением им организма. Для позвоночных верхней границей адаптационных возможностей считается высота 4600 м над уровнем моря (Экология животных ..., 2005).

Низкая плотность воздуха обуславливает его малую подъёмную силу и незначительную опорность. Животные суши должны обладать совершенной опорно-двигательной системой на основе либо внешнего (большинство членистоногих), либо внутреннего (хордовые) механического скелета, или же полостного (гусеницы и ложногусеницы), либо клеточно-межклеточного (брюхоногие моллюски) гидроскелета. Это же обстоятельство налагает ограничения на максимальные размеры тела у позвоночных животных. В разные геохронологические эпохи скорость вращения нашей планеты вокруг своей оси, а значит и уровень силы тяжести, не оставались неизменным. С точки зрения биомеханики существование многих крупных динозавров в настоящее время было бы невозможным, так как их костные ткани не в состоянии выдержать современную массу их тела.

Способностью к полёту обладает большая часть наземных животных – это насекомые, птицы, млекопитающие (летучие мыши), а также отдельные рептилии и амфибии (планирующие древесные дракончики и некоторые квакши). Однако ни одно животное не проводит всю свою жизнь в воздухе (Экология животных ..., 2005).

Наличие вертикальных (конвекционные токи) и горизонтальных (ветер) потоков воздушных масс позволяет многим животным пассивно, без затрат энергии и работы мускулатуры перемещаться по воздуху. Аэропланктон в умеренных широтах присутствует только в тёплое время года, в тропиках такой сезонности нет. Составляющие его мелкие двукрылые, перепончатокрылые и тли регистрируются на высотах до 4–5 км, иногда и более. Явление переноса животных воздушными потоками носит название анемохории. Этому подвержены цисты простейших и нематод, мелкие насекомые и паукообразные. Массовые миграции на паутинках особенно характерны для пауков. Гусеницы бабочек-волнянок имеют специальные волоски с воздушными капсулами – пневматофоры, которые способствуют парению в воздухе. У ряда видов отродившиеся из яиц гусеницы устремляются к вершинам

побегов растений, где у них больше шансов быть подхваченными воздушными потоками. Более того, они не приступают к питанию, пока не совершат полет минимальной продолжительности.

Температурные условия на суше контрастны – от постоянно отрицательных, до чрезвычайно высоких положительных (+70 °C и более) на поверхности песка, освещаемого прямыми лучами полуденного солнца в низких широтах. Во влажных биотопах температура достаточно стабильна, в сухих суточный ход температур может быть на порядок выше. Например, в пустыне Сахара дневной зной не предотвращает заморозки по ночам (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988; В.А. Радкевич, 1997).

Для наземно-воздушной среды характерен дефицит влаги. В этом случае влаголюбивые животные вынуждены переходить к ночному образу жизни, либо использовать кратковременные периоды повышенной влажности (слизни).

Твёрдые поверхности служат наземным животным опорой, либо субстратом для прикрепления. Важнейшим эдафическим фактором является характер грунта. Для эффективного передвижения по рыхлому грунту служат специальные приспособления, – различного типа копыта у копытных, мозоли у верблюдов, роговые шипы у ящериц и «лыжи» из щетинок у песчаных ос. В каменистом грунте норы приходится рыть с трудом, поэтому они здесь обычно бывают постоянными. Снежный покров, с одной стороны, смягчает морозы (куропатки спят под снегом, ласки и мышевидные грызуны зимой осуществляют всю свою жизнедеятельность), с другой стороны затрудняет добычу корма.

Живые организмы как среда обитания.

Использование живых организмов в качестве среды обитания – широко распространённое в животном мире явление. Вероятно, нет ни одного вида многоклеточных организмов, полностью свободного от паразитов. Внутриклеточных паразитов имеют даже амёбы. Чем выше уровень организации и больше степень морфогистологической дифференциации, тем более вариабельны потенциальные местообитания для паразитов, и тем более разнообразны эндо– и экзопаразиты. Более древние группы животных имеют больше шансов «обзавестись» паразитами, чем эволюционно молодые, хотя есть и исключения (существующие миллионы лет мечехвосты, щитни). Аналогичным образом, среди них, как правило, больше паразитических форм. Напротив, в составе эволюционно молодого типа хордовых паразиты единичны (Экология животных..., 2005).

Считается, что возникновение паразитических форм является следствием давления «пресса жизни», то есть воздействия хищников и конкурентов в условиях ограниченности ресурсов, включая пригодное для обитания пространство. Паразитический образ жизни имеет ряд преимуществ, а именно (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988; В.А. Радкевич, 1997):

- практически неограниченные кормовые ресурсы;
- защищённость от непосредственного неблагоприятного воздействия факторов внешней среды (эти факторы оказывают лишь косвенное воздействие, причём знак его может даже поменяться на противоположный, – неблагоприятные условия ослабляют иммунные барьеры хозяина, чем облегчают паразиту их преодоление);
- относительная стабильность условий существования паразитов.

Исходя из этого, паразит в целом заинтересован в сохранении жизни своего хозяина. Исключение составляют так называемые паразитоиды, развитие которых закономерно приводит к гибели хозяина. Абсолютное большинство в этой группе паразитов составляют паразитические насекомые (Н.П. Наумов, 1963; И.А. Шилов, 2000).

Следствиями паразитического образа жизни могут являться упрощение организации и процессов жизнедеятельности паразитических форм, в том числе редукция информационных (органы чувств у эндопаразитов) и регуляторных (нервная система у саккулины) систем.

С паразитическим образом жизни связан и ряд затруднений (Экология животных..., 2005). Среди них:

- необходимость преодоления иммунных барьеров хозяина и существования в экстремальных условиях (кутикула нематод и тегумент трематод обеспечивает им защиту от действия пищеварительных ферментов хозяина; паразитические перепончатокрылые зачастую откладывают яйца в ганглии, где они недоступны для иммунной системы хозяев; вторичные

вредители древесины не способны преодолеть защитные барьеры здоровых деревьев и заселяют только ослабленные первичными вредителями растения);

- ограниченность жизненного пространства (при поселении в одном хозяине двух особей цепней-солитёров он имеет большие шансы погибнуть вследствие истощения и токсикации метаболитами паразита);

- сложность снабжения кислородом, данная проблема решается за счёт:

- дыхания всей поверхностью тела (полостные, легочные и кровяные паразиты);

- потребления кислорода депонирующих материалов хозяина (например, эритроцитов крови);

- подсоединения к дыхательной системе хозяина (например, встраивание своих дыхалец в трахейную систему насекомого);

- перехода на анаэробные варианты обмена веществ, – они энергетически менее выгодны, но паразиты редко лимитированы пищевыми ресурсами (постоянно в анаэробных условиях живут гregarии, взрослые стадии многих плоских червей и нематод);

- трудности с расселением и заражением новых особей хозяев.

Для преодоления последнего затруднения паразиты выработали соответствующие приспособления. Одним из них является продуцирование огромного числа потомков. В данном случае ставка делается на так называемый «закон больших чисел». И действительно, чем больше инвазионного начала (яиц, цист, спор, личинок и т.п.) будет произведено, тем выше статистическая вероятность случайного заражения особей хозяина. Так, взрослая самка человеческой аскариды ежедневно продуцирует 250 000 яиц. При средней продолжительности репродуктивного периода 20 суток одна самка за свою жизнь способна произвести 50 000 000 яиц. Взрослая гермафродитная особь бычьего солитера отделяет до 28 зрелых члеников-проглоттид, содержащих порядка 5 миллионов яиц. При продолжительности жизни более 10 лет общее число продуцируемых ею яиц достигает астрономических величин (Экология животных..., 2005).

В целях увеличения числа потомков, паразитические животные могут переходить к иным способам размножения (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988; В.А. Радкевич, 1997). Полиэмбриония характерна для некоторых паразитических перепончатокрылых насекомых. В этом случае из одной зиготы или яйца развивается более одного эмбриона. Так, у *Platygaster hiemalis*, паразита гессенской мухи – второстепенного в условиях Беларуси вредителя злаков, в каждом оплодотворённом яйце формируется 2 эмбриона. У осы-хальциды *Lithomastix*, паразита крупных гусениц, яйцо первоначально дробится на 200–250 клеток. После этого происходит обособление конгломератов из 25–30 клеток каждый. В сформировавшихся вторичных зародышевых зачатках продолжается деление клеток. Когда их число достигает 200–250, опять происходит разделение на конгломераты. Затем все повторяется, в конечном итоге из одного яйца развивается 2000 и более личинок паразитоида, что позволяет утилизировать биомассу хозяина без остатка). Педогенез (размножение неимагинальных стадий) свойствен паразитирующим в плодовых телах грибов личинкам комаров-галлиц. Плодовые тела представляют собой трудно обнаруживаемый (учитывая мелкие размеры и несовершенный полёт этих насекомых) и эфемерный (кратковременно существующий) ресурс, который желательно использовать в максимальной степени. Отрождение личинками старшего возраста молодых личинок ускоряет смену поколений и позволяет существенно нарастить репродуктивный потенциал вида. К моменту разрушения плодового тела галлицы переходят к стандартному варианту полового размножения. Еще одним вариантом является переход к партеногенезу, то есть развитию неоплодотворенных яиц. Данный способ размножения характерен для спористов и редий трематод, многих перепончатокрылых (наездники, хальциды, орехотворки, оскообразные, пчелиные) и равнокрылых (тли, белокрылки, червецы и щитовки) насекомых (Экология животных..., 2005).

У ряда таксонов паразитических животных произошла выработка сложных биологических циклов, в которых задействованы различные способы размножения, в том числе:

- гетерогония – чередование истинного полового и партеногенетического размножения (споровики, тли, орехотворки);

- метагенез – чередование полового и бесполого поколений (паразитические кишечнополостные).

Зачастую имеет место дифференциация функций между стадиями развития и появление специализированных расселительных или инвазионных стадий. Например, имаго мух-тахин и наездников осуществляют функции расселения и размножения, а личинки – трофическую. У трематод личинки спороцист (мирацидии) и марит (церкарии) выполняют функции расселения и заражения промежуточных хозяев, адолескарии – функцию заражения основных хозяев, взрослые трематоды (мариты) – трофическую и репродуктивную функции (Экология животных..., 2005).

Еще одним приспособлением, увеличивающим эффективность инвазирования хозяев, является использование переносчиков (галловые клещи прикрепляются к волоскам на теле летающих насекомых, личинки нематод – микрофилярии – распространяются москитами) и промежуточных хозяев (вероятность заглатывания мальком заражённого плероцеркоидом циклопа выше, чем микроскопических размеров яйца широкого лентеца; инвазированные личинками ремнецов рыбы утрачивают быстроту движений и подолгу остаются у поверхности воды, что существенно увеличивает вероятность их добычи птицами, являющимися основными хозяевами этих плоских червей).

Паразиты могут демонстрировать высокий уровень синхронизации биологического цикла с циклом хозяина. Например, половое размножение опалин происходит в пищеварительном тракте головастика, по мере приближения времени их превращения в лягушат оно сменяется бесполом. Самка блохи *Spilopsyllus cuniculi* приступает к яйцекладке, только после потребления крови беременной крольчихи. Это позволяет приурочить сроки отрождения имаго нового поколения ко времени оставления крольчатами материнской норы (Экология животных..., 2005).

Постоянные эктопаразиты имеют приспособления к обитанию на границе двух сред – организма хозяина и среды его обитания. Направлены они в первую очередь на удержание эктопаразита на поверхности тела хозяина. Это разнообразные крючки, присоски, зацепки, коготки и другие механизмы прикрепления. Временные эктопаразиты поддерживают связь с хозяином (хозяевами) эпизодически и должны иметь приспособления к существованию в соответствующей среде обитания и эффективному поиску хозяина (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988; В.А. Радкевич, 1997).

Наличие большого числа специфических адаптаций делает паразитов зависимыми от узкого круга хозяев и лишает этих животных возможности оперативно адаптироваться к изменчивым условиям среды обитания. Это обстоятельство определяет высокий уровень колебаний во времени популяционной численности многих паразитов (Н.П. Наумов, 1963; И.А. Шилов, 2000).

Тема 5. Популяционная экология животных

Термин популяция (от латинского *populus* – население) стал применяться в сочинениях по естествознанию с конца XVIII века, но до середины XX столетия имел достаточно широкое значение, обозначая любую группу особей. Исследования динамики численности живых организмов потребовали уточнения этого понятия. Под популяцией стали подразумевать естественную, пространственно единую группу особей одного вида, которая на действие различных внешних факторов реагирует как единое целое (Экология животных..., 2005).

Такая популяция может иметь самые разнообразные размеры и занимать как одно, так и многие местообитания. Чтобы как-то дифференцировать группировки, сильно отличающиеся по своим характеристикам, их стали делить на микро– и макропопуляции, ландшафтные популяции, биотопические, локальные, географические и прочие, что в конечном итоге запутывает ситуацию.

В 70-е годы XX века, благодаря успехам генетики, окончательно сформировался и стал широко признанным подход, который получил название синтетического. Большое значение придавалось соблюдению внутри группировки системы случайного скрещивания (панмиксии). Однако для животных, не имеющих полового размножения, это условие не может быть

выполнено, а внутрипопуляционная интеграция достигается в основном за счёт экологических связей между особями.

В настоящее время общепринятым является следующий подход. Под популяцией подразумевается самовоспроизводящаяся группа особей одного вида, населяющих определенное пространство и образующих самостоятельную генетическую систему.

Основные характеристики популяций (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988; В.А. Радкевич, 1997; Экология животных..., 2005).

Каждая популяция обладает двумя группами свойств:

- биологическими свойствами, присущими как популяции, так и составляющим её особям; биологические свойства характеризуют жизненный цикл популяции, – популяция, так же как и отдельный индивидуум, растёт, дифференцируется и самовоспроизводится;
- групповыми свойствами, присущими ей как группе особей в целом; групповые свойства – рождаемость, смертность, возрастная структура характеризуют популяцию как систему, в приложении к отдельно взятым особям они бессмысленны.

Основными групповыми особенностями, характеристиками популяции являются:

- численность – общее количество особей, населяющих занимаемое популяцией пространство (зачастую трудно провести четкую границу популяции и учесть мигрирующих особей; проще это сделать с островами и иными естественно ограниченными объектами, такими как, например, одиноко стоящий стог сена);

- плотность – это численность популяции, отнесённая к некоторой единице пространства; фактически это среднее число особей, приходящееся на единицу объема либо площади занимаемого популяцией пространства. Плотность нередко выражают биомассой, приходящейся на единицу пространства. Различают:

- среднюю плотность – численность, отнесённую на единицу всего имеющегося пространства;

- экологическую плотность – численность на единицу фактически занимаемого обитаемого пространства (площадь островков в водоёме следует исключить при расчете экологической плотности клопов-водомеров, перемещающихся по водной поверхности);

- рождаемость – прирост численности популяции за счёт размножения:

- максимальная рождаемость (физиологический максимум) – теоретический максимум прироста численности популяции при отсутствии всякого лимитирующего воздействия внешних экологических факторов, для конкретной популяции он постоянен;

- реализованная, или экологическая рождаемость характеризует текущее состояние демографии популяции; экологи оперируют такими параметрами как:

- общая рождаемость – число новых особей в популяции, появившихся за единицу времени;

- относительная рождаемость – общая рождаемость в пересчёте на одну особь;

- смертность – число особей, погибших за определенный период. Аналогичным образом выделяется:

- минимальная смертность, которая определяется физиологическими причинами, а именно естественной гибелью от старости, для конкретной популяции это постоянная величина;

- реализованная, или экологическая смертность (всегда превышает теоретический минимум):

- общая смертность – число особей, погибших за единицу времени;

- относительная смертность – общая смертность в пересчете на одну особь.

- выживаемость – величина обратная смертности ($v=1-m$);

- прирост популяции – разница между рождаемостью и смертностью, он может быть положительным и отрицательным;

- темп роста – средний прирост за единицу времени.

Три последних показателя являются производными и могут быть рассчитаны на основе предыдущих. Комплексом важнейших характеристик популяции является её структура – возрастная, пространственная, половая, трофо-экологическая, фенологическая, этологическая,

генетическая, фенетическая и т.д. Структура популяции адаптивна, это приспособление к параметрам окружающей среды.

Прежде, чем рассматривать структуру популяции, следует обратить внимание на популяционную структуру вида. Практически каждый вид – это целая система популяций. Как правило, представители разных популяций способны скрещиваться друг с другом. Мультиплексная структура вида обусловлена:

- расчленённостью пригодной среды обитания (так, островное распространение ели европейской на крайнем юге Белорусского Полесья обуславливает фрагментированность распространения здесь её специализированных фитофагов);
- возможностью или невозможностью преодоления преград (пример тому – локальные популяции у плохо летающих форм насекомых на более чем, двух тысячах островов в Эгейском море);
- ограниченной подвижностью особей (у малоподвижных животных – например, наземных брюхоногих моллюсков – как правило, много популяций).

Часто очень существенны поведенческие особенности. Так, высокая степень осёдлости бурого медведя – главная причина разграничения многочисленных популяций в регионах с еще относительно высокой плотностью медвежьего населения. И наоборот, высокая мобильность особей не всегда ведёт к стиранию граней между популяциями и их укрупнению. Например, колибри – прекрасные летуны, но их популяции зачастую очень локальны (ограничены территорией порядка квадратного километра).

Разные виды животных различаются по составу дифференцируемых на всей территории его распространения популяций. Известны:

- виды, представленные единственной локальной популяцией (примером служат виды насекомых, распространенные на территории единственной горной долины);
- виды, объединяющие множество мелких, относительно хорошо обособленных популяций (линь, золотистый карась и другие обитатели изолированных стоячих водоемов, обитатели оазисов в пустынях);
- виды с плохо разграниченными популяциями и сплошным распространением на огромных территориях либо акваториях (семиточечная коровка, бабочка-репейница, некоторые бражники, ряд куликов).

Зачастую возникает необходимость в дифференциации и классификации внутривидовых группировок особей. Разные исследователи в своё время предлагали свои варианты разграничения популяций:

Н.П. Наумов (1963), базируясь на результатах исследований популяций млекопитающих, рассматривал вид как систему популяций различных рангов (по принципу вертикальной иерархии).

Вид:

- географические расы (подвиды);
- географические популяции;
- экологические популяции;
- локальные популяции.

Чем ниже ранг популяции, тем более интенсивен обмен особями между популяциями этого уровня и тем менее выражены отличительные особенности (Экология животных..., 2005).

С.С. Шварц использовал принцип горизонтального разделения. Вид в этом случае выступал как система пространственно соседствующих популяций.

В.Н. Беклемишев использовал группу критериев:

- по способу размножения были выделены 3 типа популяций:
- клональные – у животных, обладающих исключительно бесполым способом размножения (большинство видов голых амёб);
- клонально-панмиктические – у животных, для которых характерно чередование в биологическом цикле поколений с партеногенетическим и собственно половым размножением (тли, некоторые комары-галлицы, пилильщики, другие беспозвоночные);
- панмиктические, свойственны раздельнополым животным, у которых имеет место исключительно половое размножение;

- по способности к самовоспроизведению:
- временные (примером могут служить популяции оранжерейной белокрылки, зелёной персиковой и чёрной хлопковой тлей, которые в условиях Беларуси могут переживать зимний период исключительно в условиях закрытого грунта);
- постоянные (у аборигенных видов региональной фауны);
- по размерам отдельной популяции:
- микропопуляции (у водных нелетающих беспозвоночных в мелких изолированных водоёмах);
- локальные популяции, занимающие ограниченную территорию или акваторию;
- суперпопуляции (у космополитных, то есть всемирно распространённых животных).

Численность популяций подвержена значительным колебаниям во времени. Диапазон колебаний популяционной численности у разных групп животных различен. Так, у мелких насекомых максимальные уровни популяционной численности могут отличаться в 10 раз, у сельдей и крупных бабочек – также в 10 раз, мышевидных грызунов – в 500 раз, кроликов – в 100 раз, антилоп и мелких хищных млекопитающих – в 10 раз, причём речь идет о колебаниях численности взрослых, способных к размножению, особей. Для того, чтобы популяция не вымерла полностью во время очередной депрессии, её численность (у видов с дифференциацией полов и их соотношением 1:1) должна быть по крайней мере вдвое выше диапазона колебаний численности.

Вслед за колебаниями численности может изменяться и заселяемая площадь (пространство). Например, пустынные песчанки в период депрессии заселяют менее 3% ранее занимаемой территории (Экология животных..., 2005).

Явление поддержания численности популяции на определенном стационарном уровне носит название гомеостаза. Далеко не все виды имеют механизмы ограничения численности. Иногда ограничителем служит недостаток пространства или другого ресурса; нередко численность лавинообразно нарастает вплоть до исчерпания ресурса (падальные мухи; кожееды, некоторые амбарные вредители). Механизмы осуществления гомеостаза в популяциях можно условно разделить на жёсткие и мягкие. В первом случае численность снижается в результате гибели особей, во втором – снижения рождаемости либо выселения; промежуточный вариант – резорбция эмбрионов и выкидыши.

При перенаселённости и недостатке пищевых ресурсов к каннибализму прибегают не только хищники, но даже мышевидные грызуны. У некоторых птиц (дрофы, гриф-ягнятник) самый сильный птенец убивает или выбрасывает из гнезда остальных, аналогичным образом зачастую поступают детёныши женского пола у гиен. Только что отродившиеся личинки у некоторых паразитических перепончатокрылых-наездников обладают мощными челюстями, которыми они уничтожают яйца и только что отродившихся личинок конкурентов. У одних видов личинки сохраняют такие жвалы в течение всего периода развития, у других они исчезают после первой линьки. Самки многих паразитических ос, откладывающих яйца на поверхность тела хозяина, проверяют, нет ли здесь уже отложенных яиц, которые они убирают, пользуясь жвалами. Другие паразитоиды отвергают уже заражённых особей хозяев (Экология животных..., 2005).

Мягкие формы ограничения численности более многообразны (Н.П. Наумов, 1963; И.А. Шилов, 2000). Это снижение рождаемости как прямое следствие недостатка ресурсов: плохо питавшиеся самки многих насекомых откладывают меньшее число яиц, среди которых могут быть неоплодотворенные либо не жизнеспособные. У некоторых наездников-браконид при низкой степени заражённости хозяев в потомстве преобладают самки, при высокой – самцы. У саранчи-шистоцерки при высокой скученности личинки развиваются в имаго гregarной фазы, при низкой – солитарной. У многих млекопитающих и птиц особи, не располагающие индивидуальными территориальными участками, исключаются из процесса размножения. Неблагоприятные климатические условия могут вести к снижению продукции половых продуктов и гибели эмбрионов.

У млекопитающих имеется сложная нейро-гуморальная система регуляции рождаемости. Отсутствие самцов может иметь следствием сбой нормального физиологического полового цикла у самок. У кунных повышается агрессивность по отношению к другим самкам и

неполовозрелым особям. У кунных, грызунов в условиях стресса из-за перенаселённости у самок наблюдаются резорбция эмбрионов, нарушения овуляции, аборт зародышей, нарушается реализация инстинктов заботы о потомстве. Животные в состоянии постоянного стресса обладают пониженной жизнеспособностью – выносливостью по отношению к неблагоприятным условиям среды.

Необходимо учитывать, что общие колебания численности популяции являются результирующей четырёх параллельно осуществляющихся процессов (Н.П. Наумов, 1963; И.А. Шилов, 2000):

1. Рождения новых особей (рождаемость).
2. Гибели особей (смертность).
3. Вселения (эмиграции) из других популяций.
4. Выселения (иммиграции) за пределы занимаемого популяцией пространства.

Если межпопуляционные миграционные явления (эмиграция и иммиграция) сведены к нулю, говорят о 100% изоляции такой популяции. В противном случае имеет место та или иная степень связи между популяциями. Вследствие способности особей разных популяций одного вида скрещиваться между собой, будет иметь место обмен генетической информацией между данными популяциями. Теоретически наилучшим количественным показателем связи между популяциями является интенсивность потока генов между ними. На практике, даже работая со специальными модельными популяциями в условиях эксперимента, чрезвычайно трудно установить его величину. Поэтому приходится пользоваться гораздо менее корректной характеристикой связи между популяциями – интенсивностью потока мигрантов между ними. Так, у зайца-беляка место рождения покидает около 1% особей, у большой синицы – около 70% (Экология животных..., 2005).

Миграции могут быть случайными – например, животное уносится далеко от своего местообитания при стихийных явлениях (во время половодья, шторма, бури, смерчем, сильным ветром), случайно переносится с частями растений, грунтом, какими-то предметами и т.п. В то же время у многих животных в популяциях имеются особи, склонные к миграциям вследствие каких-то индивидуальных качеств. Доля таких особей у разных животных может быть различной. Причем дело не только в мобильности особей, – и у видов, которым свойственны закономерные (например, сезонные) миграции, обмен особями между популяциями может быть минимальным (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988; В.А. Радкевич, 1997). Например, выполненные в 70-е годы XX столетия наблюдения за популяциями морских котиков, размножающихся на Прибыловых о-вах Алеутской гряды, о. Беринга (Командоры) и о. Тюлений (южное побережье Сахалина), показали, что доля переселенцев ежегодно не превышает 1,5%, несмотря на общность мест их зимовок (зимой они откочевывают к побережью Японии на о-ва Южно-Курильской гряды). Наблюдения за миграционной активностью уток-шилохвостов выявили, что освоением новых мест гнездований занимаются лишь единичные особи, невзирая на массовую концентрацию особей различных популяций на местах зимовок в Южной Европе и Азии, Северной Америке. И наоборот, у массово мигрирующих двудомных видов тлей (например, злаковых) практически невозможно выделить отдельные популяции из-за активного разлёта особей при переселительных и расселительных миграциях. Такой интенсивный обмен сильно размывает границы генетических систем, соответствующих отдельным популяциям. Препятствием для осуществления обмена генетической информацией, потока генов между отдельными группировками служат различные изоляционные механизмы. Считается, что максимальный уровень обмена особями, при котором не нарушается самостоятельность популяционных генетических систем, составляет величину порядка 5% (Экология животных..., 2005).

Список литературы, рекомендуемой для подготовки к лекционным занятиям

Акимова, Т.А. Экология. Природа-Человек-Техника [Текст]: учебник / Т.А. Акимова, А.П. Кузьмин, В.В. Хаскин. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 510 с.

Бродский, А.К. Общая экология [Текст]: учебник / А.К. Бродский. – М.: Академия, 2008. – 256 с.

Гордиенко, В.А. Экология. Базовый курс для студентов небиологических специальностей [Текст]: учеб. пособие / В.А. Гордиенко, К.В. Показеев, М.В. Старкова. – СПб.: «Лань», 2014. – 640 с.

Дауда, Т.А. Экология животных [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Кощаев. – 3-е изд., стер. – СПб.: «Лань», 2015. – 272 с.

Догель, В.А. Зоология беспозвоночных [Текст]: учебник для биол. спец. ун-тов / В.А. Догель. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1981. – 606 с.

Коробкин, В.И. Экология [Текст]: учебник для студ. вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. Изд. 12-е, доп. и перераб. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 602 с.

Маршинин, А.В. Экология [Текст]: учебно-методический комплекс для дистанционного обучения / А.В. Маршинин. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2001. – 164 с.

Мониторинг биоразнообразия [Электронный ресурс]: Веб-ГИС. – Режим доступа: <http://wildlifemonitoring.ru>.

Наумов, Н.П. Экология животных [Текст] / Н.П. Наумов. – 2-е изд., перераб. – М.: Советская наука, 1963. – 619 с.

Наумов, Н.П. Зоология позвоночных. Часть 1, 2 [Текст]: учебник для биологических специальностей университетов / Н.П. Наумов, Н.Н. Карташев. – М.: Высшая школа, 1979. – 333 с.

Негробов, С.О. Экологический словарь [Текст] / С.О. Негробов, О.П. Негробов, Ю.Я. Филоненко. – Липецк: Липец. эколог.-гуманитар. ин-т, 2001. – 125 с.

Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: «Мир», 1975. – 741 с.

Павловский, Е.Н. Очерки из жизни пресноводных животных [Текст] / Е.Н. Павловский, С.Г. Лепнева. – М.: Советская наука, 1948. – 460 с.

Пехов, А.П. Биология с основами экологии [Текст]: учебник для студ. вузов / А.П. Пехов. – Изд. 7-е, стер. – СПб.-М.-Краснодар: Лань, 2007. – 688 с.

Пономарева, И.Н. Общая экология [Текст] / И.Н. Пономарева. – Л., 1975. – 162 с.

Потапов, А.Д. Экология [Текст]: учебник / А.Д. Потапов. – М.: Высш. шк., 2002. – 448 с.

Радкевич, В.А. Экология [Текст]: учебник / В.А. Радкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 159 с.

Реймерс, Н.Ф. Природопользование [Текст]: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

Реймерс, Н.Ф. Экология. Теория, законы, правила, принципы и гипотезы [Текст] / Н.Ф. Реймерс. – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.

Степановских, А.С. Экология [Текст]: учеб. пособие / А.С. Степановских. – Курган: ГИПП «Зауралье», 1997. – 616 с.

Уиттекер, Р.Х. Сообщества и экосистемы [Текст] / Р.Х. Уиттекер. – М.: «Прогресс», 1980. – 328 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 272 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. для общеобразоват. учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. – 11-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2007. – 302 с.

Чернышев, В.Б. Экология насекомых [Текст]: учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 304 с.

Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Экология животных [Электронный ресурс]: конспект лекций / С.В. Буга. – Мн.: БГУ, 2005. – 83 с. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/20718>

Экология организмов: животных [Текст]: учеб. пособие / В.В. Зобов. – Казань: Отечество, 2015. – 100 с.

Elton, Ch. Animal Ecology. New York: MacMillan Company, 1927. – pp: 207.

Haeckel, E. Generelle Morphologie der Organismen. – Bd. 1–2. – Berlin, 1866.

ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическое занятие № 1

Тема: Предмет и объект изучения экологии животных, краткая история науки (2 часа)

Цель работы: познакомиться с предметом и объектом экологии животных, изучить историю науки, вклад крупнейших отечественных и зарубежных ученых в ее развитие.

Сформулируйте ответы на следующие вопросы:

Задание 1. Определение экологии животных, предмет и объект изучения.

Задание 2. Предыстория экологии животных, вклад Аристотеля, Теофраста, А. Реомюра, С.П. Крашенинникова, П.С. Палласа, Ж. Бюффона, Ж.Б. Ламарка, А. Гумбольдта, К.Ф. Рулье, Ч.Р. Дарвина, Э. Геккеля и др. ученых в обособление экологии как науки.

Задание 3. Краткая история экологии животных.

Задание 4. Вклад крупнейших зарубежных ученых-экологов (Э. Геккеля, Д. Аллена, К. Мёбиуса, Ч. Адамса, В. Шелфорда, Ч. Элтона, Д. Хатчинсона, А. Тенсли, Р.Х. Уиттекера и других) в развитие науки.

Задание 5. Вклад крупнейших отечественных ученых-экологов (Н.А. Северцова, А.Н. Бекетова, В.Н. Сукачева, В.В. Алехина, Л.Г. Раменского, К.А. Тимирязева, Е.Н. Павловского, С.А. Северцова, Г.Ф. Гаузе, С.С. Шварца, Н.П. Наумова, В.И. Вернадского и др.) в развитие науки.

Задание 6. Взаимосвязь экологии животных с другими науками, система экологических наук (разделы экологии).

Задание 7. Экология животных на современном этапе развития.

Литература, рекомендуемая для подготовки к занятию

Гордиенко, В.А. Экология. Базовый курс для студентов небиологических специальностей [Текст]: учеб. пособие / В.А. Гордиенко, К.В. Показев, М.В. Старкова. – СПб.: «Лань», 2014. – 640 с.

Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: «Мир», 1975. – 741 с.

Радкевич, В.А. Экология [Текст]: учебник / В.А. Радкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 159 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 272 с.

Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Экология организмов: животных. Учебное пособие / В.В. Зобов. – Казань: Отечество, 2015. – 100 с.

Практическое занятие № 2

Тема: Факториальная экология животных (2 часа)

Цель работы: закрепить лекционный материал об экологических факторах среды, изучить общие закономерности их воздействия на животных.

Сформулируйте ответы на следующие вопросы:

Задание 1. Экологические факторы среды.

Задание 2. Общие закономерности воздействия экологических факторов на организмы.

Задание 3. Закон оптимума, экологическая валентность организмов.

Задание 4. Неоднозначность действия фактора на разные функции. Изменчивость ответных реакций на действие факторов среды у отдельных особей вида.

Задание 5. Несовпадение экологических спектров отдельных видов (правило экологической индивидуальности видов). Взаимодействие факторов.

Задание 6. Правило ограничивающих факторов.

Задание 7. Экологические адаптации животных к световому режиму. Экологические группы животных по отношению к свету.

Задание 8. Свет как условие ориентации животных.

Задание 9. Температурные границы существования видов. Температурные адаптации животных.

Задание 10. Правила (законы) Бергмана и Аллена.

Задание 11. Адаптации организмов к водному режиму наземно-воздушной среды. Экологические группы организмов по отношению к воде.

Литература, рекомендуемая для подготовки к занятию

Гордиенко, В.А. Экология. Базовый курс для студентов небиологических специальностей [Текст]: учеб. пособие / В.А. Гордиенко, К.В. Показаев, М.В. Старкова. – СПб.: «Лань», 2014. – 640 с.

Дауда, Т.А. Экология животных [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Кощаев. – 3-е изд., стер. – СПб.: «Лань», 2015. – 272 с.

Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: «Мир», 1975. – 741 с.

Радкевич, В.А. Экология [Текст]: учебник / В.А. Радкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 159 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 272 с.

Чернышев, В.Б. Экология насекомых [Текст]: учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1996 – 304 с.

Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Практическое занятие № 3

Тема: Популяционная экология животных (2 часа)

Цель работы: закрепить теоретический материал о популяциях, изучить их структуру и динамику, усвоить понятия: численность, плотность, рождаемость, смертность, гомеостаз.

Сформулируйте ответы на следующие вопросы:

Задание 1. Понятие о популяции.

Задание 2. Пространственные подразделения популяций.

Задание 3. Численность и плотность популяций.

Задание 4. Рождаемость и смертность.

Задание 5. Возрастная структура популяций.

Задание 6. Половой состав популяций.

Задание 7. Рост популяций.

Задание 8. Внутривидовые взаимоотношения в популяциях.

Задание 9. Колебание численности и гомеостаз популяций.

Задание 10. Экологические стратегии популяций.

Литература, рекомендуемая для подготовки к занятию

Гордиенко, В.А. Экология. Базовый курс для студентов небиологических специальностей [Текст]: учеб. пособие / В.А. Гордиенко, К.В. Показаев, М.В. Старкова. – СПб.: «Лань», 2014. – 640 с.

Дауда, Т.А. Экология животных [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Коцаев. – 3-е изд., стер. – СПб.: «Лань», 2015. – 272 с.

Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: «Мир», 1975. – 741 с.

Пехов, А.П. Биология с основами экологии [Текст]: учебник для студ. вузов / А.П. Пехов. – Изд. 7-е, стер. – СПб.-М.-Краснодар: Лань, 2007. – 688 с.

Радкевич, В.А. Экология [Текст]: учебник / В.А. Радкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 159 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 272 с.

Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Экология организмов: животных. Учебное пособие / В.В. Зобов. – Казань: Отечество, 2015. – 100 с.

Практическое занятие № 4

Тема: Биоценозы (2 часа)

Цель работы: углубить знания о биоценозах, изучить их видовую, пространственную и экологическую структуру, усвоить понятия: экологическая ниша, пограничный эффект, экотон.

Сформулируйте ответы на следующие вопросы:

Задание 1. Понятие о биоценозе.

Задание 2. Видовая структура биоценоза.

Задание 3. Пространственная структура биоценоза.

Задание 4. Взаимоотношения организмов в биоценозах.

Задание 5. Экологические ниши.

Задание 6. Экологическая структура биоценоза.

Задание 7. Пограничный эффект, экотон.

Литература, рекомендуемая для подготовки к занятию

Гордиенко, В.А. Экология. Базовый курс для студентов небиологических специальностей [Текст]: учеб. пособие / В.А. Гордиенко, К.В. Показаев, М.В. Старкова. – СПб.: «Лань», 2014. – 640 с.

Дауда, Т.А. Экология животных [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Коцаев. – 3-е изд., стер. – СПб.: «Лань», 2015. – 272 с.

Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: «Мир», 1975. – 741 с.

Радкевич, В.А. Экология [Текст]: учебник / В.А. Радкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 159 с.

Уиттекер, Р.Х. Сообщества и экосистемы [Текст] / Р.Х. Уиттекер. – М.: «Прогресс», 1980. – 328 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 272 с.

Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Практическое занятие № 5

Тема: Экосистемы (2 часа)

Цель работы: расширить теоретические знания об экосистемах и биогеоценозах, изучить их классификацию, структуру, динамику; познакомиться с потоком энергии в экосистемах; сформировать понятие об их продуктивности.

Сформулируйте ответы на следующие вопросы:

Задание 1. Понятие об экосистемах и биогеоценозах.

Задание 2. Классификация экосистем.

Задание 3. Зональность экосистем.

Задание 4. Структура экосистем.

Задание 5. Солнце как источник энергии.

Задание 6. Круговороты веществ.

Задание 7. Поток энергии в экосистемах.

Задание 8. Продуктивность экосистем.

Задание 9. Динамика экосистем.

Водоёмы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования [Текст]: монография / Л.В. Веснина, В.Б. Журавлев, В.А. Новоселов и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. – 285 с.

Гордиенко, В.А. Экология. Базовый курс для студентов небиологических специальностей [Текст]: учеб. пособие / В.А. Гордиенко, К.В. Показаев, М.В. Старкова. – СПб.: «Лань», 2014. – 640 с.

Дауда, Т.А. Экология животных [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Коцаев. – 3-е изд., стер. – СПб.: «Лань», 2015. – 272 с.

Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: «Мир», 1975. – 741 с.

Радкевич, В.А. Экология [Текст]: учебник / В.А. Радкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 159 с.

Уиттекер, Р.Х. Сообщества и экосистемы [Текст] / Р.Х. Уиттекер. – М.: «Прогресс», 1980. – 328 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 272 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. для общеобразоват. учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. – 11-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2007. – 302 с.

Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Экология организмов: животных. Учебное пособие / В.В. Зобов. – Казань: Отечество, 2015. – 100 с.

Практическое занятие № 6

Тема: Биосфера (2 часа)

Цель работы: углубить знания о биосфере, ее структуре и эволюции, а также о круговоротах вещества и энергии; изучить законы биогенной миграции атомов и «законы» экологии Б. Коммонера.

Сформулируйте ответы на следующие вопросы:

Задание 1. Определение и структура биосферы.

Задание 2. Биосфера как глобальная экосистема.

Задание 3. Живое вещество биосферы.

Задание 4. Законы биогенной миграции атомов и необратимости эволюции, «законы» экологии Б. Коммонера.

Задание 5. Круговорот важнейших химических элементов в биосфере.

Задание 6. Деятельность человека и эволюция биосферы.

Задание 7. Развитие биосферы в ноосферу – сферу разума.

Задание 8. Роль биоразнообразия в экономике общества как ресурса биосферы.

Литература, рекомендуемая для подготовки к занятию

Гордиенко, В.А. Экология. Базовый курс для студентов небиологических специальностей [Текст]: учеб. пособие / В.А. Гордиенко, К.В. Показаев, М.В. Старкова. – СПб.: «Лань», 2014. – 640 с.

Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: «Мир», 1975. – 741 с.

Радкевич, В.А. Экология [Текст]: учебник / В.А. Радкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 159 с.

Реймерс, Н.Ф. Экология. Теория, законы, правила, принципы и гипотезы [Текст] / Н.Ф. Реймерс. – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.

Уиттекер, Р.Х. Сообщества и экосистемы [Текст] / Р.Х. Уиттекер. – М.: «Прогресс», 1980. – 328 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 272 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. для общеобразоват. учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. – 11-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2007. – 302 с.

Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Практическое занятие № 7

Тема: Экологические аспекты хозяйственной деятельности человека (2 часа)

Цель работы: изучить экологические аспекты хозяйственной деятельности человека, законы взаимоотношений человек и природы, сформировать понятие о рекультивации земель и её значении для животных.

Сформулируйте ответы на следующие вопросы:

Задание 1. Воздействие хозяйственной деятельности человека на животный мир.

Задание 2. Значение животных в биосфере и жизни человека.

Задание 3. Воздействие человека на животных и причины их вымирания.

Задание 4. Влияние сельскохозяйственной деятельности человека на экологическое равновесие в природе.

Задание 5. Законы взаимоотношений человек – природа.

Задание 6. Рекультивация земель и ее воздействие на животный мир.

Литература, рекомендуемая для подготовки к занятию

Братков, В.В. Геоэкология [Текст] / В.В. Братков, Н.И. Овдиенко. – М.: Высшая школа, 2006. – 271 с.

Важов, С.В. Геоэкология [Текст]: учебно-метод. пособие / С. В. Важов. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2012. – 111 с.

Важов, С.В. Основы геоэкологии [Текст]: учеб. пособие / С.В. Важов. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2015. – 184 с.

Гордиенко, В.А. Экология. Базовый курс для студентов небиологических специальностей [Текст]: учеб. пособие / В.А. Гордиенко, К.В. Показаев, М.В. Старкова. – СПб.: «Лань», 2014. – 640 с.

Дауда, Т.А. Экология животных [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Коцаев. – 3-е изд., стер. – СПб.: «Лань», 2015. – 272 с.

Комарова, Н.Г. Геоэкология и природопользование [Текст]: учеб. пособие / Н.Г. Комарова. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 192 с.

Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: «Мир», 1975. – 741 с.

Радкевич, В.А. Экология [Текст]: учебник / В.А. Радкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 159 с.

Реймерс, Н.Ф. Природопользование [Текст]: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

Реймерс, Н.Ф. Экология. Теория, законы, правила, принципы и гипотезы [Текст] / Н.Ф. Реймерс. – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. для общеобразоват. учреждений / Н.М Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. – 11-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2007. – 302 с.

Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Экология организмов: животных. Учебное пособие / В.В. Зобов. – Казань: Отечество, 2015. – 100 с.

ГЛАВА 3. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

3.1. Организация лабораторных занятий

Общие указания к организации и проведению лабораторных работ

Лабораторные работы являются одной из организационных форм учебного процесса, целями которой является повторение, закрепление изученного материала, углубленное изучение и проработка отдельных теоретических вопросов курса, овладение практическими приёмами обработки и анализа данных, синтез теоретических знаний и практических умений, выработка самостоятельности мышления, усвоение навыков профессиональной деятельности. Лабораторные работы используются как для закрепления и повторения уже полученных знаний, так и для получения новых. Работы проводятся в аудитории под непосредственным руководством преподавателя.

Каждая лабораторная работа основана на исследовательской деятельности обучающихся. В основу работ положена следующая схема научного познания: приобретение знаний начинается с анализа фактов; сбор данных и их оценка позволяют сформулировать гипотезу, которая должна объяснить известные факты. Все гипотезы подвергаются проверке. Если выдвинутая гипотеза выдерживает проверку на истинность и является общепризнанной, то становится теорией (Общая экология ..., 2011). При этом нужно помнить, что «факты» это события, результаты, обнаруженные и зафиксированные в процессе наблюдения. А «гипотеза» – версия, объясняющая факты и предсказывающая (предугадывающая) вероятные явления (события).

С учётом специфики учебного процесса в пособие включены лабораторные занятия, занимающие, как правило, два академических часа. Конкретный объём часов на проведение работ определяется учебным планом и рабочей программой дисциплины. Эффективность лабораторных работ зависит от их методической организации. При этом выделяются следующие этапы (Общая экология ..., 2011):

Первый этап – организационный. Подразумевает ознакомление с тематикой на предыдущем занятии и соответствующую подготовку, т.е. самостоятельную работу обучающихся. Это может быть как теоретическая, так и практическая работа. Теоретическая подготовка включает повторение лекционного материала, ознакомление с новыми темами (если они были выделены на самостоятельное изучение). Практическая подготовка обучающегося заключается в постановке экспериментов (если для изучения нужен временной промежуток, то опыты соответственно закладываются задолго до проведения самого занятия в аудитории), в сборе необходимого для выполнения работы материала. Задачи данного этапа заключаются в активизации познавательной деятельности, развитии любознательности обучающихся, планировании их деятельности.

На втором этапе (непосредственно перед выполнением работы) формулируется цель занятия, определяются его задачи, повторяются узловые моменты изучаемой темы, даётся задание для выполнения. Обучающиеся знакомятся с перечнем оборудования, материалов, приборов, проверяют их наличие на рабочем месте. Перед началом выполнения работы преподаватель проводит инструктаж по методике её выполнения; определяет условия проведения эксперимента, расчётов, ход выполнения работы. Задача второго этапа – мобилизация знаний обучающихся для практического выполнения работы и (или) постановка проблемы, которую необходимо решить.

Третий этап – практическое выполнение лабораторной работы под непосредственным контролем преподавателя. На данном этапе происходит развитие познавательной самостоятельности обучающихся, получение и (или) закрепление теоретических знаний.

Четвёртый этап подразумевает оформление результатов работы в рабочей тетради в соответствии с требованиями, формулирование выводов по результатам (при необходимости составление отчёта по выполнению). Задачи данного этапа – доведение работы до полного завершения, воспитание эстетики труда, осознанное понимание объектов изучения,

установление связи между изучаемыми объектами (явлениями), формулировка гипотезы и (или) её подтверждение.

Пятый этап – заключительный, представляет собой защиту (сдачу) работы преподавателю.

Методические рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям

Самостоятельная работа обучающихся как форма организации учебного процесса представляет собой их деятельность без прямой помощи преподавателя с целью закрепления полученных знаний, отработки различных умений и навыков, расширения теоретического материала и ознакомления с новыми знаниями при использовании различных источников информации, формирования самостоятельности мышления, организованности, воспитания чувства индивидуальной ответственности при принятии решения (Общая экология ..., 2011). Самостоятельная работа является обязательной для выполнения формой организации работы обучающегося, предусмотренной учебным планом и рабочей программой учебной дисциплины.

Лабораторные работы также требуют самостоятельной подготовки обучающихся. Это может быть, как указано ранее, теоретическая и практическая подготовка. В качестве самостоятельной работы обучающиеся выполняют индивидуальные творческие задания – это подготовка сообщений, докладов по результатам исследовательской деятельности и т.п.

Примерные темы творческих заданий

1. Экологические проблемы региона (по выбору обучающегося).
2. Экология и питание человека.
3. Взаимосвязь окружающей среды и здоровья населения. Санитарные показатели.
4. Редкие и исчезающие животные Алтайского края (или какого-либо другого региона), требующие особого внимания.
5. Генно-модифицированные организмы: последствия их использования в пищу.
6. Воздействие сельскохозяйственного производства на окружающую среду.
7. Животные как индикаторы загрязнения окружающей среды населенных пунктов.
8. Экология городской среды.
9. Современная эпидемиологическая ситуация в России.

Правила выполнения, оформления и сдачи лабораторных работ

Перед проведением лабораторных работ каждый обучающийся обязан пройти инструктаж по технике безопасности (см. инструкцию), ознакомиться с правилами и требованиями, предъявляемыми к выполнению лабораторных работ и расписаться в журнале преподавателя о прохождении инструктажа. Без инструктажа по технике безопасности обучающиеся к лабораторным занятиям не допускаются.

Правила и требования, предъявляемые к выполнению лабораторных работ:

1. Обучающиеся знакомятся с перечнем необходимого оборудования и проверяют его наличие на рабочем месте. На лабораторном столе не должны присутствовать предметы, не имеющие отношения к работе.

2. В рабочей тетради необходимо указать: дату, номер лабораторной работы, название, задачи, необходимое оборудование, материалы, определяется объект и предмет исследования. При этом нужно помнить, что объект изучения (исследования) это явление, на которое направлена исследовательская деятельность, а предмет – планируемые к исследованию конкретные свойства объекта.

3. По ходу занятия необходимо делать краткие записи. Все записи производятся в последовательности, соответствующей методике. Требования по оформлению результатов приводятся отдельно по каждой работе в конце её описания. Все записи должны быть выполнены аккуратно, грамотно, с использованием общепринятых сокращений. Рисунки необходимо выполнять карандашом (или цветными карандашами, если требуются разные

цвета). Под каждым рисунком дается чёткий и конкретный заголовок (название рисунка). Необходимые детали указываются стрелкой и соответствующей цифрой, в этом случае к рисунку прилагается легенда – расшифровка цифровых обозначений.

4. По завершению практической части работы обучающиеся переходят к анализу полученных результатов, делают соответствующий вывод по работе. Вывод по работе представляет собой обобщение теоретических и практических результатов. Он должен быть кратким, конкретным. В качестве вывода необходимо формулировать (исходя из поставленных задач) конечные результаты исследования. При формулировке выводов желательно использовать специальные словосочетания (слова), позволяющие отразить результаты исследования, например: итак, таким образом. Для выражения логической последовательности целесообразнее применять сложные союзы: ввиду того что, вследствие того что, благодаря тому что, так как; производные предлоги: в соответствии с, в результате, вследствие и т.д. Для связи используйте местоимения, причастия, прилагательные или сочетания слов, например: данные, названные, указанные, перечисленные, этот, как показал анализ, на основании полученных данных и т.п. (Общая экология ..., 2011).

5. После завершения лабораторная работа подлежит сдаче (защите) преподавателю, который оценивает знание теоретического материала, практических умений и навыков, степень самостоятельности при выполнении работы. При оценке лабораторной работы учитывается:

- правильность выполнения; наличие анализа результатов, грамотного, лаконичного вывода по работе;
- знание теоретического материала по работе и методики её выполнения;
- степень самостоятельности обучающегося.

Инструкция по технике безопасности на лабораторных занятиях (по Общая экология ..., 2011)

1. В лаборатории запрещается: находиться в верхней одежде, самостоятельно в отсутствие преподавателя проводить опыты, использовать реактивы для непредназначенных целей; приносить с собой питье, продукты питания, использовать электроприборы (за исключением тех, которые необходимы для выполнения работы).

2. Отработанные пробы, посуду, растворы, реактивы, не требующиеся в последующем, после выполнения работы необходимо немедленно удалить со стола в специально отведенные для этого места.

3. Перед тем как начать исследование, необходимо обратить внимание на чистоту посуды:

- загрязнение внутренних стенок удаляют «ершами» (или взбалтыванием воды с мелко нарезанными кусочками фильтровальной бумаги). После мойки посуду необходимо обработать хромовой смесью, для чего 20–50 мл смеси (в зависимости от емкости) наливают в сосуд и, наклоняя его в разные стороны, ополаскивают поверхность, смесь предварительно необходимо прогреть до 40–50 °С. И использованную смесь сливают обратно в сосуд, где она хранилась. Её можно использовать повторно до тех пор, пока цвет её не изменится с тёмно-оранжевого на тёмно-зелёный. Состав смеси: 25 г растёртого в порошок двуххромового калия $K_2Cr_2O_7$ при нагревании растворяют серной кислотой (150 мл, удельный вес 1,81);

- перед использованием посуду ополаскивают дистиллированной водой (если посуда достаточно чистая, вода при ополаскивании смачивает всю поверхность тонкой плёнкой и не собирается в капли).

4. После работы посуду тщательно споласкивают водопроводной водой и пропаривают, сушат в сушильном шкафу или на доске с наклонными крылышками.

5. Во время анализа колбы (стаканы, чашки) должны быть прикрыты, чтобы исключить попадание загрязнений.

6. Все сосуды с реактивами и растворами должны быть снабжены этикетками с надписью (при кратковременном использовании надписи производят восковым карандашом).

7. Используемая посуда с лабораторными пробами подлежит нумерации. Надписи на посуде производят восковым карандашом.

3.2. Тематика и содержание лабораторных работ

Лабораторная работа № 1

Тема: Основы экологической статистики (2 часа)

Цель работы: ознакомление с основами вариационной статистики и овладение методикой оценки достоверности экологических данных.

Оборудование: тетради, ручки, линейки, калькуляторы, персональные компьютеры с программными пакетами Microsoft Excel, Statistica или их аналогами.

Общие теоретические сведения.

Получаемые в ходе наблюдений (опытов, экспериментов) над биологическими объектами фактические данные нуждаются в систематизации и обработке. Это вызывает необходимость использования математико-статистических методов. Система таких методов и знаний составляет содержание биометрии – науки о статистическом анализе массовых явлений в биологии, т.е. таких явлений, в массе которых обнаруживаются закономерности, не выделяемые на единичных случаях наблюдений. Предметом биометрии служит любой биологический объект, если проводимые над ним наблюдения получают количественное выражение.

Статистические методы необходимы при постановке экспериментов, т.к. с их помощью можно установить, существует ли зависимость наблюдаемых признаков и (или) явлений от воздействия различных факторов и т.д. Учёт статистических закономерностей позволяет составить методически обоснованный план опытов, сделать объективные выводы.

Опытные данные, получаемые в результате повторных измерений, различаются друг от друга. Такие различия показателей называются вариацией (дисперсией). Вариация является случайной величиной и поэтому для оценки достоверности информации должна подвергаться статистическому анализу. В этом состоит задача вариационной статистики.

Сделать вывод о характеристике изучаемого признака по одному значению нельзя. Поэтому опыты (измерения) проводят с несколькими объектами, т.е. проводят выборку. Наиболее точный результат может быть получен при условии, когда в качестве выборки используется вся совокупность значений или объектов. Такая совокупность носит название генеральной.

Группировка первичных данных может быть различной: простая (по одному признаку), сложная (по нескольким признакам). Существенное значение имеет группировка исходных данных в статистические ряды. Вариационный ряд – ряд чисел, показывающий закономерность распределения единиц изучаемой совокупности по ранжированным значениям варьирующего признака. Числа, показывающие, сколько раз отдельные варианты встречаются в данной совокупности, – частоты вариант (p):

$$n = \sum p,$$

где n – объём выборки, т.е. число элементов в ней.

Для наглядного выражения закономерности варьирования признака вариационные ряды изображают в виде геометрических фигур в системе координат (вариационная кривая, кривая распределения): по оси ординат – частоты, по оси абсцисс – значения классов.

Одним из простейших способов количественной характеристики вариационного ряда является указание на его размах, т.е. на верхнюю и нижнюю границу, такие значения называют лимитами lim (минимальные и максимальные значения, между которыми распределяются все

члены данной совокупности, $x_{\max}$, $x_{\min}$). Разность максимальной и минимальной вариант данной совокупности есть размах вариации (R).

Средним арифметическим ($\bar{x}$ или M) называется частное от деления суммы всех значений вариант рассматриваемой совокупности на их число (n). Средняя арифметическая является центром распределения, вокруг которого группируются все варианты статистической совокупности.

Более совершенным показателем, характеризующим вариацию, являются средний квадрат отклонений вариант от средней арифметической (варианса, дисперсия, девиата, обозначается σ^2) и среднее квадратическое отклонение (стандартное отклонение – σ или SD).

Среднее квадратическое отклонение – это корень квадратный из дисперсии:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}},$$

где x_i – i -й элемент выборки;

$\bar{x}$ – среднее арифметическое выборки.

Для сравнения вариации различных признаков применяют коэффициент вариации (C_v или V , %):

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}},$$

Статистические показатели для выборочной совокупности всегда имеют так называемые ошибки (s_x , m) выборочности (репрезентативности), которые представляют собой среднюю величину расхождения изучаемых признаков и зависят от σ и объема выборки:

$$s_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

По известным значениям выборочных характеристик можно установить интервал, в котором с той или иной вероятностью находится величина генерального параметра. Вероятности, признанные достаточными для уверенных суждений, называют доверительными.

Задание 1.

Целью экологических исследований было изучение зависимости успеха размножения ушастой совы – *Asio otus* (Linnaeus, 1758) от численности мелких млекопитающих. В ходе полевых исследований в течение ряда лет проводились учёты мелких млекопитающих и подсчёт птенцов в выводках ушастой совы. Данные подсчётов одного из сезонов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Количество птенцов в выводках ушастой совы (*Asio otus*)

№ гнезда	Количество птенцов в выводке
1	6
2	9
3	5
4	6
5	4
6	3
7	7
8	5
9	2
10	5
11	6

12	4
13	3
14	7
15	5
16	8
17	4
18	1
19	6
20	4
21	3
22	5
23	2
24	7
25	8

Проведите простейшую статистическую обработку этих данных, начертите таблицу по образцу и заполните её. Работа может быть проведена с использованием программных пакетов Microsoft Excel, Statistica или др., но при их отсутствии расчёты можно провести вручную, пользуясь обычным калькулятором.

Показатель	n	$\bar{x} \pm s_x$	lim	R	σ	$C_v, \%$
Размер выводка ушастой совы <i>Asio otus</i> (Linnaeus, 1758)						

Обозначения: n – число измерений, $\bar{x}$ – среднее арифметическое, s_x – ошибка репрезентативности, lim – лимиты, R – размах вариации, σ – среднее квадратическое отклонение, C_v – коэффициент вариации.

Требования к отчёту: представить расчёты в виде заполненных таблиц в тетради.

Контрольные вопросы:

1. С какой целью проводится статистический анализ в экологических исследованиях?
2. Что отражают показатели: объём выборки, среднее арифметическое, ошибка репрезентативности, лимиты, размах вариации, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации?
3. Какими символами (латинскими и греческими буквами) обозначают данные показатели?

Литература, рекомендуемая для подготовки к занятию

Ким, Дж.О. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ [Текст] / Пер. с англ. / Дж.О. Ким, Ч.У. Мьюллер, У.Р. Клекка и др.; под ред. И.С. Енюкова. – М., 1989. – 215 с.

Лакин, Г.Ф. Биометрия [Текст] / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

Наследов, А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных [Текст] / А.Д. Наследов. – СПб.: Речь, 2004. – 392 с.

Общая экология [Электронный ресурс]: сборник описаний лабораторных работ для студентов специальности 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» и направления бакалавриата 280200 «Защита окружающей среды» / сост. Е.И. Паршина. – Сыктывкар: СЛИ, 2011. – Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>.

Пузаченко, Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях [Текст] / Ю.Г. Пузаченко. – М.: «Академия», 2004. – 416 с.

Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика [Текст]: учеб. пособие для биол. ф-тов ун-та / П.Ф. Рокицкий. Изд. 3-е испр. – Минск: Вышэйш. шк., 1973. – 320 с.

Лабораторная работа № 2

Тема: Корреляционный анализ в экологических исследованиях (2 часа)

Цель работы: ознакомление с основами корреляционного анализа и применение коэффициента корреляции в экологии.

Оборудование: тетради, ручки, линейки, калькуляторы, персональные компьютеры с программными пакетами Microsoft Excel, Statistica или их аналогами.

Общие теоретические сведения.

Между многими экологическими параметрами наблюдаются корреляционные зависимости, имеющие большое практическое значение. Термин «корреляция» предложен Ж. Кювье в 1806 г. Корреляционная связь изучается между такими признаками (свойствами), каждый из которых является статистической величиной, подчиняющейся нормальному распределению. Корреляция признаков выражается в том, что отклонения от средних значений одного признака находятся в некотором соотношении с изменениями другого признака.

Для отображения связи между параметрами используют эмпирический коэффициент корреляции r , значения которого лежат в интервале от -1 до $+1$. Коэффициент корреляции находят по формуле:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}},$$

где x_i – i -й элемент 1-й выборки;

$\bar{x}$ – среднее арифметическое 1-й выборки;

y_i – i -й элемент 2-й выборки;

$\bar{y}$ – среднее арифметическое 2-й выборки.

При независимом варьировании признаков связь между ними отсутствует и $r = 0$. Различают положительную и отрицательную корреляцию. Если с увеличением одного признака другой возрастает, то корреляция положительная; если убывает – отрицательная. Недостаток данного показателя в том, что он характеризует только линейные связи, в остальных случаях используют другие показатели связи.

Задание.

Одной из задач экологического исследования было изучение зависимости между массами тела гамадрилов-матерей (*Pario hamadryas* Linnaeus, 1758) и их новорождённых детёнышей. Под наблюдением находилось 20 обезьян. Данные измерений приведены в таблице 2. С помощью коэффициента корреляции, установите, существует ли связь между массами тела гамадрилов-матерей и их детёнышей. Если связь существует, то какая наблюдается корреляция: положительная или отрицательная?

Таблица 2

Масса тела гамадрилов-матерей (*Pario hamadryas*) и их новорождённых детёнышей
(по Г.Ф. Лакину, 1990)

Масса тела, кг	
Гамадрилы-матери	Новорождённые детёныши
10,0	0,70

10,8	0,73
11,3	0,75
10,0	0,70
10,1	0,65
11,1	0,65
11,3	0,70
10,2	0,61
13,5	0,70
12,3	0,63
14,5	0,70
11,0	0,65
12,0	0,72
11,8	0,69
13,4	0,78
11,4	0,70
12,0	0,60
15,6	0,85
13,0	0,80
12,1	0,75

Требования к отчёту: представить расчёты и выводы в тетради.

Контрольные вопросы:

1. С какой целью проводится корреляционный анализ в экологических исследованиях?
2. Что отражает коэффициент корреляции, каким символом обозначают данный показатель?
3. Какая бывает корреляция?
4. В чём заключается недостаток коэффициента корреляции?

Литература, рекомендуемая для подготовки к занятию

Лакин, Г.Ф. Биометрия [Текст] / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

Наследов, А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных [Текст] / А.Д. Наследов. – СПб.: Речь, 2004. – 392 с.

Общая экология [Электронный ресурс]: сборник описаний лабораторных работ для студентов специальности 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» и направления бакалавриата 280200 «Защита окружающей среды» / сост. Е.И. Паршина. – Сыктывкар: СЛИ, 2011. – Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>.

Пузаченко, Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях [Текст] / Ю.Г. Пузаченко. – М.: «Академия», 2004. – 416 с.

Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика [Текст]: учеб. пособие для биол. ф-тов ун-та / П.Ф. Рокицкий. Изд. 3-е испр.– Минск: Вышэйш. шк., 1973. – 320 с.

Халафян, А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных [Текст] / А.А. Халафян. 3-е изд. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. – 512 с.

Лабораторная работа № 3

Тема: Жизненные формы насекомых (4 часа)

Цель работы: изучить разнообразие жизненных форм насекомых и адаптации к условиям существования в различных таксономических группах. Научиться определять по внешним признакам и описывать жизненные формы (экологические группы) беспозвоночных животных.

Задание 1.

Используя знания, полученные при изучении курсов «Зоология беспозвоночных» и «Общая экология», а также рекомендуемую литературу и Интернет-ресурсы, привести примеры видов насекомых разных жизненных форм. Начертить таблицу по образцу и заполнить её:

Видовая принадлежность	Внешние признаки	Место обитания	Питание	Экологическая группа (жизненная форма)
				Геобионты
				Эпигеобионты
				Герпетобионты
				Тамнобионты
				Дендробионты
				Хортобионты
				Ксилобионты
				Гидробионты

Примечание: в графе «Внешние признаки» описать форму тела, головы и её придатков, ротовой аппарат, тип конечностей, особенности строения брюшка и его придатков.

Сделать вывод и сдать работу.

Литература, рекомендуемая для подготовки к занятию

Дауда, Т.А. Экология животных [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Кощаев. – 3-е изд., стер. – СПб.: «Лань», 2015. – 272 с.

Догель, В.А. Зоология беспозвоночных [Текст]: учебник для биол. спец. ун-тов / В.А. Догель. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая. школа, 1981. - 606 с.

Наумов, Н.П. Экология животных [Текст] / Н.П. Наумов. – 2-е изд., перераб. – М.: Советская наука, 1963. – 619 с.

Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: «Мир», 1975. – 741 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 272 с.

Чернышев, В.Б. Экология насекомых [Текст]: учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 304 с.

Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Экология животных [Текст]: конспект лекций. – Минск: Белорусский государственный университет, 2004. – 86 с.

Лабораторная работа №4

Тема: Жизненные формы рыб, земноводных и пресмыкающихся (4 часа)

Цель работы: изучить разнообразие жизненных форм животных на примере рыб, земноводных и пресмыкающихся, познакомиться с адаптациями к условиям существования в различных таксономических группах. Научиться определять по внешним признакам и описывать жизненные формы (экологические группы) рыб, земноводных и пресмыкающихся.

Задание 1.

Рассмотреть предложенный коллекционный материал рыб, определить по внешним признакам жизненную форму (рис. 2), место обитания и характер питания каждого вида. Начертить таблицу по образцу и заполнить её:

Видовая принадлежность	Внешние признаки	Место обитания	Питание	Экологическая группа (жизненная форма)
				Морские пелагические (нектонные) рыбы
				Пресноводные пелагические (нектонные) рыбы
				Морские придонные (бентосные) рыбы
				Пресноводные придонные (бентосные) рыбы

Примечание: в графе «Внешние признаки» описать форму тела, плавников, головы, глаз, чешуи, строение рта, специфические приспособления, в том числе защитные и т.д.

Задание 2.

Изучить коллекционный материал амфибий и рептилий, определить по внешним признакам жизненную форму (рис. 3, 4), среду и место обитания, характер питания каждого вида. Начертить таблицу по образцу и заполнить её:

Видовая принадлежность	Внешние признаки	Место обитания	Питание	Экологическая группа (жизненная форма)
				Древесно-кустарниковые земноводные
				Наземные земноводные
				Водные земноводные
				Подземные земноводные
				Наземные пресмыкающиеся
				Древесные пресмыкающиеся
				Подземные пресмыкающиеся
				Водные и полуводные пресмыкающиеся

Сделать вывод и сдать работу. Произвести уборку рабочего места.

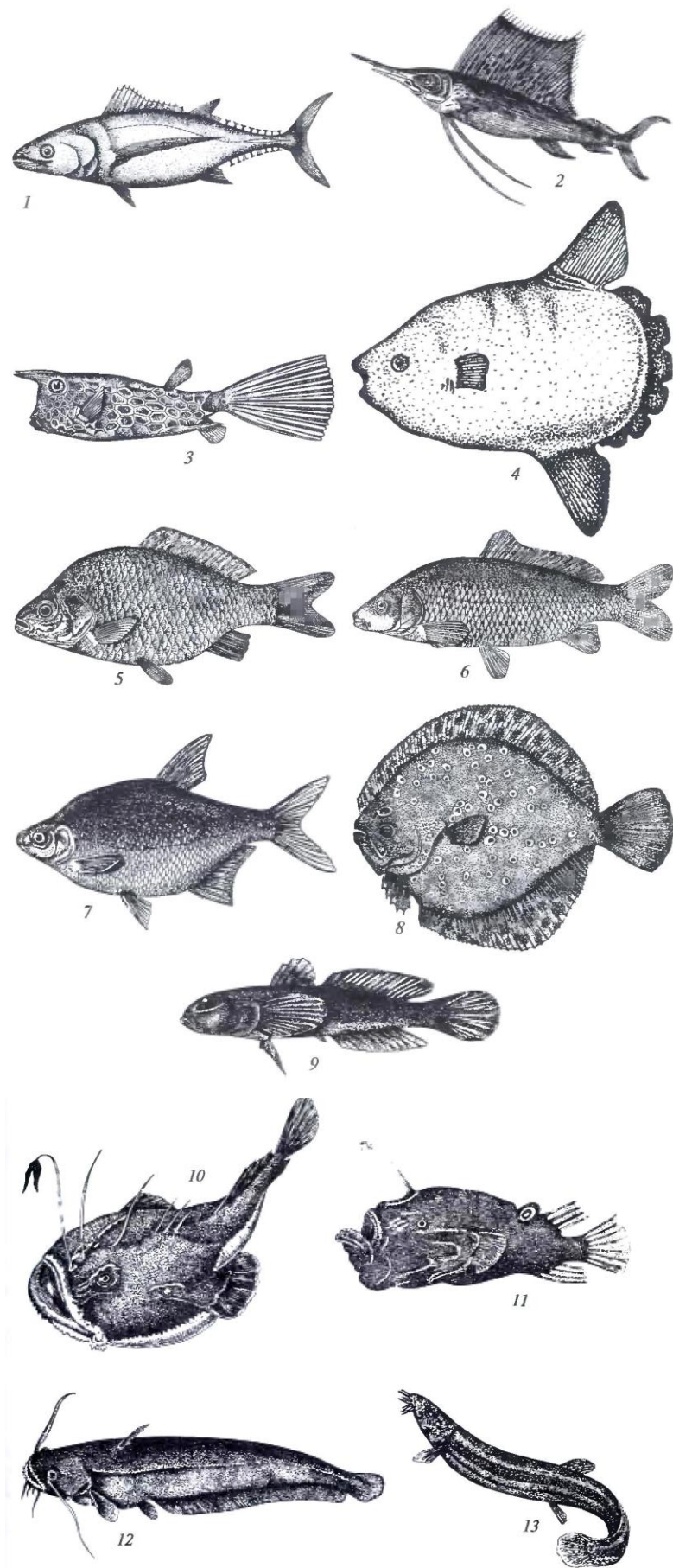


Рис. 2. Рыбы разных экологических групп (по В.М. Константинову с соавт., 2001):
 1 – тунец; 2 – парусник; 3 – кузовок; 4 – рыба-луна; 5 – обыкновенный карась; 6 – сазан;
 7 – лещ; 8 – камбала-калкан; 9 – бычок-песочник; 10 – морской чёрт; 11 – удильщик;
 12 – обыкновенный сом; 13 – вьюн.

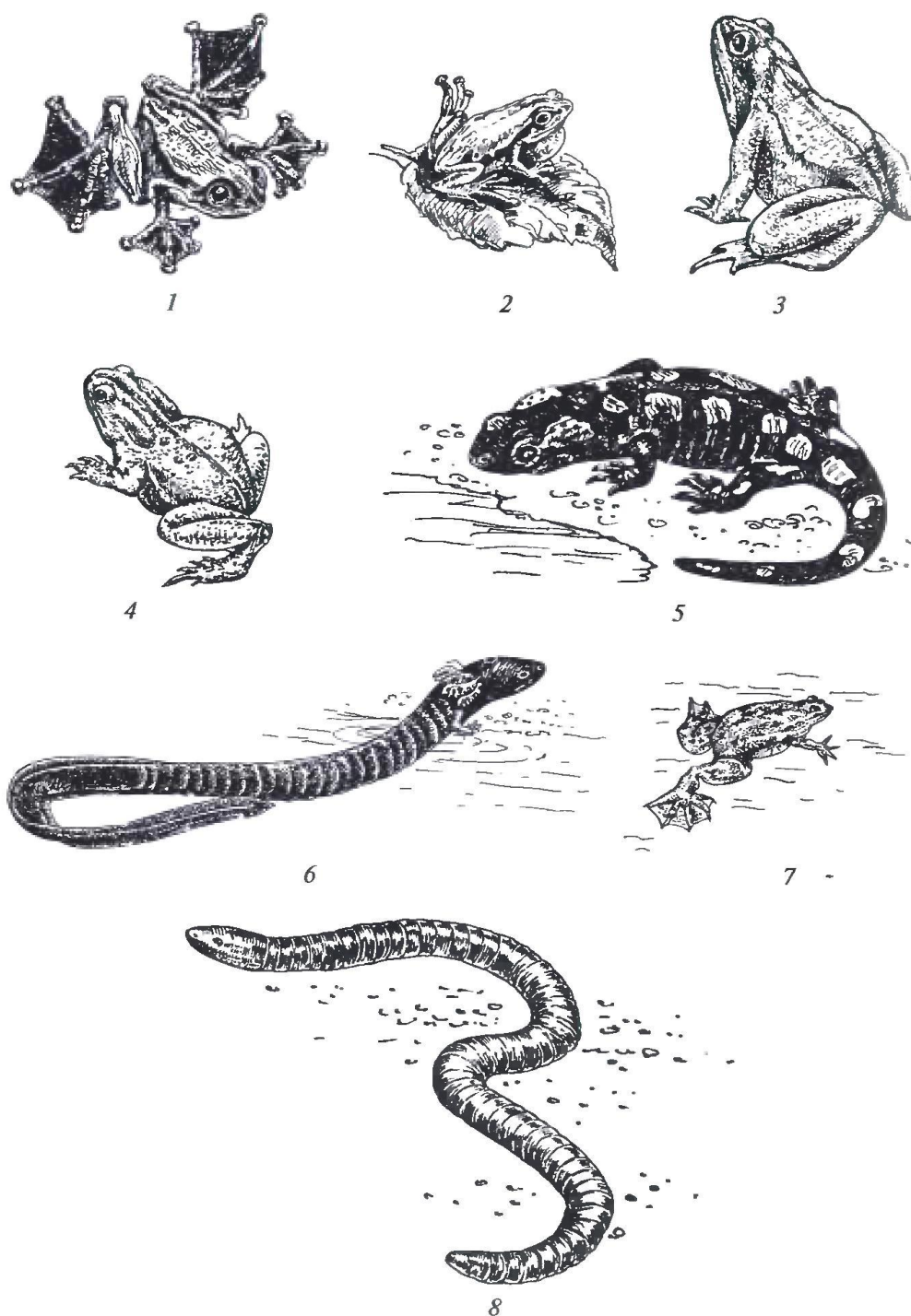


Рис. 3. Земноводные разных экологических групп (по В.М. Константинову с соавт., 2001):
 1 – яванская летающая лягушка; 2 – квакша; 3 – травяная лягушка; 4 – серая жаба; 5 – пятнистая саламандра; 6 – американский сирен; 7 – шпорцевая лягушка; 8 – кольчатая червяга.

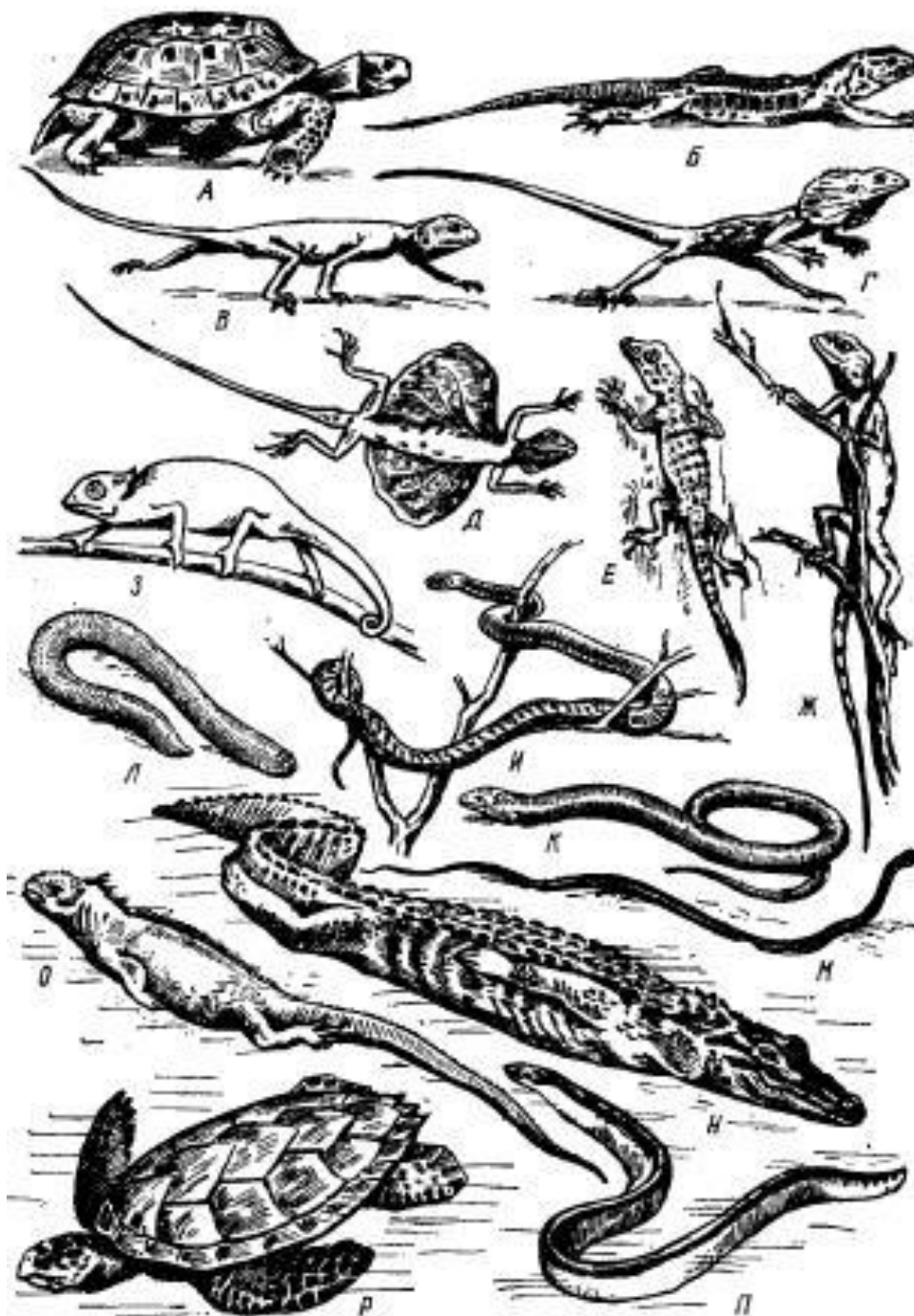


Рис. 4. Пресмыкающиеся разных экологических групп (по Н.П. Наумову, Н.Н. Карташеву, 1979):
 А – степная черепаха; Б – прыткая ящерица; В – степная агама; Г – плащеносная ящерица; Д – летучий дракон; Е – каспийский геккон; Ж – степная агама; З – хамелеон; И – африканский бумсланг;
 К – желтопузик; Л – амфисбена; М – стрела-змея; Н – миссисипский аллигатор; О – морская игуана; П – морская змея; Р – черепаха бисса.

Литература, рекомендуемая для подготовки к занятию

Дауда, Т.А. Экология животных [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Коцаев. – 3-е изд., стер. – СПб.: «Лань», 2015. – 272 с.

Наумов, Н.П. Экология животных [Текст] / Н.П. Наумов. – 2-е изд., перераб. – М.: Советская наука, 1963. – 619 с.

Наумов, Н.П. Зоология позвоночных. Часть 1, 2 [Текст] / Н.П. Наумов, Н.Н. Карташев. Учебник для биологических специальностей университетов. – М.: Высшая школа, 1979. – 333 с.

Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: «Мир», 1975. – 741 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 272 с.

Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Экология животных [Текст]: конспект лекций. – Минск: Белорусский государственный университет, 2004. – 86 с.

Лабораторная работа № 5

Тема: Жизненные формы птиц и млекопитающих (4 часа)

Цель работы: изучить разнообразие жизненных форм птиц и млекопитающих, их адаптации к условиям существования в различных таксономических группах. Научиться определять по внешним признакам и описывать жизненные формы (экологические группы) птиц и млекопитающих.

Задание 1.

Используя знания, полученные при изучении курсов «Зоология позвоночных» и «Общая экология», определить по внешним признакам жизненные формы птиц (рис. 5), место обитания и характер питания каждого вида. Начертить таблицу по образцу и заполнить её:

Видовая принадлежность	Внешние признаки	Место обитания	Питание	Экологическая группа (жизненная форма)
				Водно-болотные
				Ночные хищные
				Наземно-древесные
				Водоплавающие
				Водно-ныряющие
				Водно-воздушные
				Лазающие
				Бегающие
				Дневные хищные



Рис. 5. Птицы разных экологических групп (из <https://i-znatok.ru/5372121/>)

1 – серая цапля (на земле и в полете); 2 – ушастая сова; 3 – тетерев-косач (справа - самка); 4 – чомга; 5 – лебеди, кликун (сзади) и шипун; 6 – серебристая чайка (на земле и в полете); 7 – золотистая щурка; 8 – зеленый дятел; 9 – дрофа; 10 – пустельга.

Задание 2.

Определить по внешним признакам жизненные формы млекопитающих (рис. 6, 7), среду и место обитания, характер питания каждого вида. Начертить таблицу по образцу и заполнить её:

Видовая принадлежность	Внешние признаки	Место обитания	Питание	Экологическая группа (жизненная форма)
				Наземные звери
				Подземные звери
				Древесные звери
				Летающие звери
				Водные звери

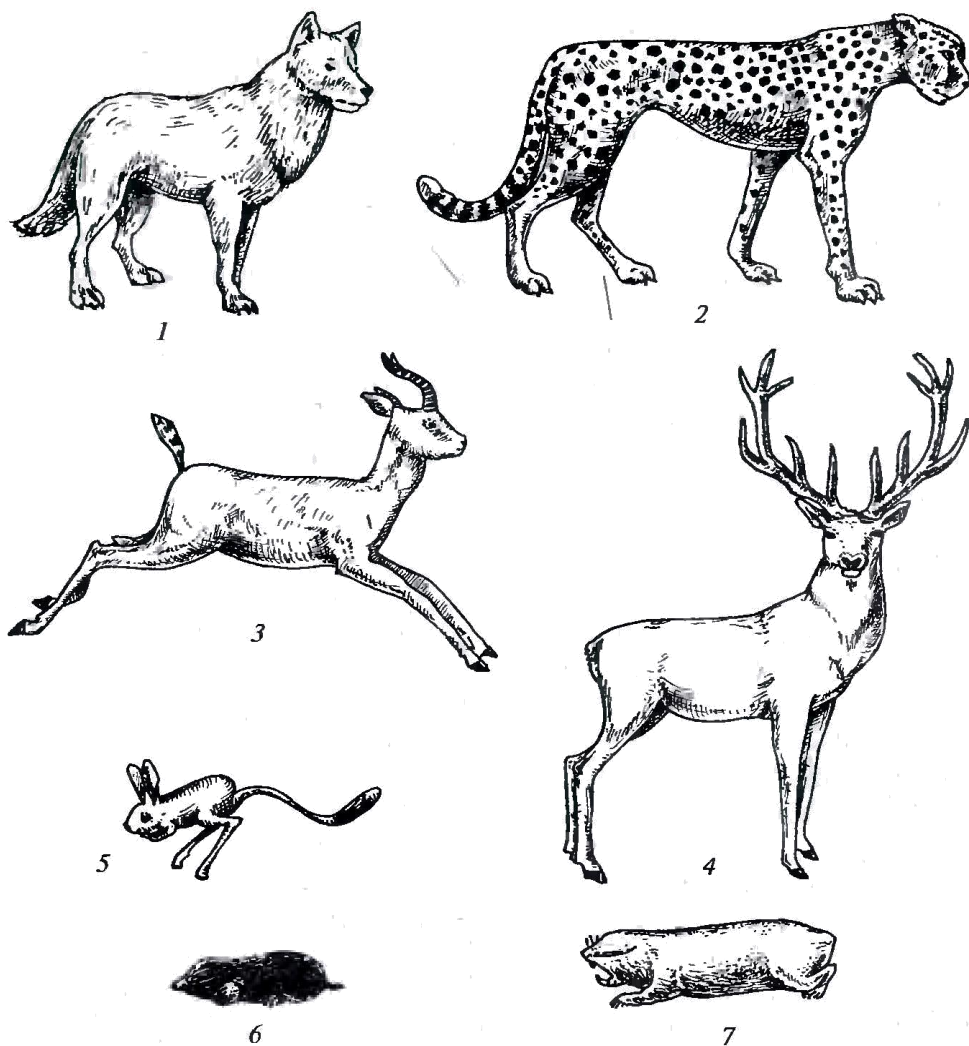


Рис. 6. Млекопитающие разных экологических групп
(по В.М. Константинову с соавт., 2001):
1 – волк; 2 – гепард; 3 – джейран; 4 – благородный олень; 5 – тушканчик; 6 – крот;
7 – гигантский слепыш.

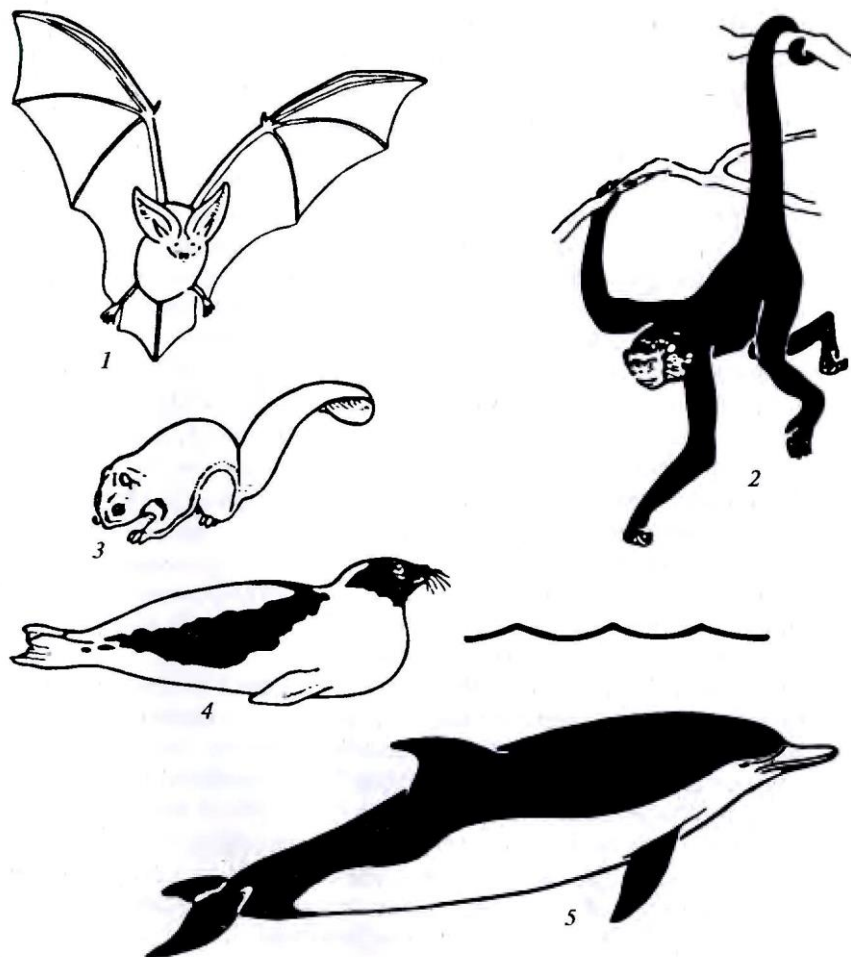


Рис. 7. Млекопитающие разных экологических групп
(по В.М. Константинову с соавт., 2001):

1- летяга; 2 – паукообразная обезьяна; 3 – ушан; 4 – гринландский тюлень; 5 – дельфин-белобочка.

Сделать вывод и сдать работу.

Литература, рекомендуемая для подготовки к занятию

Дауда, Т.А. Экология животных [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Коцаев. – 3-е изд., стер. – СПб.: «Лань», 2015. – 272 с.

Наумов, Н.П. Экология животных [Текст] / Н.П. Наумов. – 2-е изд., перераб. – М.: Советская наука, 1963. – 619 с.

Наумов, Н.П. Зоология позвоночных. Часть 1, 2 [Текст] / Н.П. Наумов, Н.Н. Карташев. Учебник для биологических специальностей университетов. – М.: Высшая школа, 1979. – 333 с.

Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: «Мир», 1975. – 741 с.

Радкевич, В.А. Экология [Текст]: учебник / В.А. Радкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 159 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 272 с.

Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Экология животных [Текст]: конспект лекций. – Минск: Белорусский государственный университет, 2004. – 86 с.

Лабораторная работа № 6

Тема: Адаптивные биологические ритмы животных (2 часа)

Цели работы: расширить знания об адаптивных ритмах живых организмов; сформировать умения по составлению графиков, отражающих динамику активности, научиться определять ее тип.

Оборудование и материалы: тетради, ручки, карандаши, линейки, калькуляторы, персональные компьютеры.

Общие теоретические сведения.

Биологическими ритмами (биоритмами) называются периодические колебания интенсивности и характера биологических процессов и явлений. Цикличность является одним из фундаментальных свойств живой природы. Определенным ритмам подчинена вся жизнь на планете, начиная от клетки и заканчивая биосферой. Природные ритмы всех живых организмов можно разделить на внутренние и внешние. Первые связаны с собственной жизнедеятельностью организмов, вторые – с циклическими изменениями в окружающей среде.

Основные внешние ритмы имеют геофизическую природу: они связаны с обращением Земли вокруг Солнца и Луны вокруг Земли. В результате этих движений множество экологических факторов, особенно свет, температура, давление, влажность, электромагнитное поле, приливы и отливы закономерно изменяются. На живые организмы также оказывают воздействие такие космические ритмы, как периодическое изменение солнечной активности и, по-видимому, многие другие, пока еще слабо изученные космические явления.

Адаптивные биологические ритмы являются приспособлениями физиологии живых организмов к регулярным изменениям свойств окружающей среды. Этим они отличаются от чисто физиологических ритмов, которые поддерживают непрерывную жизнедеятельность живых существ (ритмы дыхания, кровообращения, деления клеток и т.д.). Адаптивные биоритмы совпадают по своему периоду с внешними, геофизическими циклами. Поэтому среди них выделяют суточные, приливно-отливные, годовые ритмы, а также ритмы, равные лунному месяцу (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988).

Суточные биоритмы присутствуют у самых разнообразных организмов от одноклеточных до птиц и млекопитающих. У амёб, например, в течение суток изменяются темпы деления. У многих растений к определенному времени приурочены открытие и закрытие цветков, поднятие и опускание листьев, интенсивность дыхания, транспирации и т.д. У млекопитающих и птиц суточной периодичности подчинены бодрствование и сон, изменение температуры тела, ритм сердечных сокращений, интенсивность дыхания, мочеиспускания и т.д.

По смене периодов сна и бодрствования большинство животных делят на дневных и ночных. Некоторые виды (многие насекомоядные млекопитающие, ряд хищных и др.) имеют примерно одинаковую активность, как в светлое время суток, так и в темное. Короткие периоды бодрствования и покоя у них чередуются независимо от времени суток. Такой биоритм называется полифазным (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988). В основу классификации суточных ритмов насекомых В.Б. Чернышевым (1996) положены следующие признаки: наличие или отсутствие строгого подразделения периода ритма на время активности и время покоя, а также распределения максимумов: в середине дня, в начале и конце дня, в вечерние сумерки и перед рассветом, в середине ночи. В соответствии с этим он выделяет 12 типов распределения активности в течение суток, которые охватывают большинство наблюдаемых суточных ритмов.

Живые организмы, обитающие в литоральной зоне океана, живут в условиях очень сложной периодичности внешней среды, т.к. на суточный цикл колебания освещенности и других факторов здесь накладывается чередование приливов и отливов.

Самыми универсальными в живой природе являются годовые ритмы, т.к. множество разнообразных адаптаций организмов вызвано закономерными изменениями физических условий в течение года. Наиболее важные из годовых ритмов связаны с размножением, ростом, миграциями, спячками и анабиозом в неблагоприятные периоды года. Реакции

организмов на чередование и продолжительность светлых и темных периодов суток называют фотопериодизмом. Его проявление не зависит от интенсивности освещения и определяется только длиной дня и ночи. Фотопериодическая реакция живых существ имеет огромное значение, т.к. способность реагировать на изменение длины дня обеспечивает заблаговременные физиологические перестройки и приспособление жизненного цикла организмов к смене сезонов года.

Задание 1.

Постройте графики, отражающие суточную динамику активности и определите её тип для:

- 1) Scarabaeidae.
- 2) Staphylinidae.
- 3) Coleoptera в целом.

Данные для составления графиков приведены в таблице 3.

Таблица 3

Динамика лёта некоторых жесткокрылых по данным учёта оконными ловушками (по А.М. Псарёву, 2010)

Семейства Жесткокрылых	Время наблюдений							
	07:00–09:00	09:00–11:00	11:00–13:00	13:00–15:00	15:00–17:00	17:00–19:00	19:00–21:00	21:00–23:00
Scarabaeidae	0	10	36	70	30	41	6	2
Staphylinidae	0	5	17	40	19	22	9	0

Задание 2.

Используя данные приведенной ниже таблицы 4, постройте кривую, отражающую зависимость времени вечернего пролёта врановых (Corvidae) к месту ночёвки от времени года. Сделайте вывод, в котором укажите, чем вызван данный биоритм, и к какому типу ритмов он относится.

Таблица 4

Зависимость времени вечернего пролёта врановых (Corvidae) к месту ночёвки от времени года

Месяц	Среднее время начала вечернего пролёта врановых к месту ночёвки
Октябрь	16:30
Ноябрь	16:00
Декабрь	15:50
Январь	16:45
Февраль	17:50
Март	18:30

Задание 3.

Используя данные результатов учёта локомоторной (лётной) активности насекомых (табл. 5), постройте график хода суточной динамики их активности и определите её тип.

**Результаты суточного учёта локомоторной активности мух семейства Sarcophagidae
(по А.М. Псарёву, 2010)**

Время	Количество насекомых
08:00	0
09:00	16
10:00	88
11:00	126
12:00	165
13:00	234
14:00	188
15:00	162
16:00	134
17:00	129
18:00	76
19:00	40
20:00	24
21:00	0
22:00	0

Требования к отчёту: представить результаты работы в виде графиков, их описаний в тетради и выводов.

Контрольные вопросы:

1. Что называется биоритмами, и какие из них являются адаптивными?
2. Чем вызваны биоритмы?
3. Какими бывают адаптивные биоритмы?
4. Приведите примеры суточных и приливно-отливных ритмов.
5. Приведите примеры годовичных ритмов, а также ритмов, равных лунному месяцу.
6. Раскройте понятие «полифазный ритм».
7. Что такое фотопериодизм и какое значение имеет это явление?

Литература, рекомендуемая для подготовки к занятию

Дауда, Т.А. Экология животных [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Кощаев. – 3-е изд., стер. – СПб.: «Лань», 2015. – 272 с.

Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: «Мир», 1975. – 741 с.

Псарёв, А.М. Экология животных [Текст]: лабораторный практикум / А.М. Псарев. – Бийск: АГАО им. В.М. Шукшина, 2010. – 28 с.

Радкевич, В.А. Экология [Текст]: учебник / В.А. Радкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 159 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 272 с.

Чернышев, В.Б. Экология насекомых [Текст]: учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1996 – 304 с.

Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Лабораторная работа № 7

Тема: Популяции, их демографическая структура, популяционный анализ (2 часа)

Цель работы: углубление знаний об основных демографических процессах, происходящих в популяциях; ознакомление с методикой построения демографических таблиц; формирование умений и навыков демографического анализа популяций.

Оборудование и материалы: тетради, учебники и пособия по экологии, ручки, карандаши, линейки, калькуляторы, питательная среда на агар-агаре с добавлением сахара и дрожжей из яблок или винограда; микроскопы, мушки *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830, пробирки, фильтровальная бумага, чашки Петри, кисточки, эфир. Для выполнения работы необходима предварительная подготовка.

Общие теоретические сведения.

Популяция (от лат. *populatio* – население) – исторически сложившаяся совокупность особей одного вида, более или менее длительное время занимающая определенное пространство и воспроизводящая себя в течение большого числа поколений (термин введен Вильгельмом Йогансеном в 1903 году). Основные признаки популяции: место в иерархической системе организации живого (рис. 8); экологическая определенность; целостность; генетическое единство и гетерогенность; способность к адаптациям; способность к росту и гомеостаз.

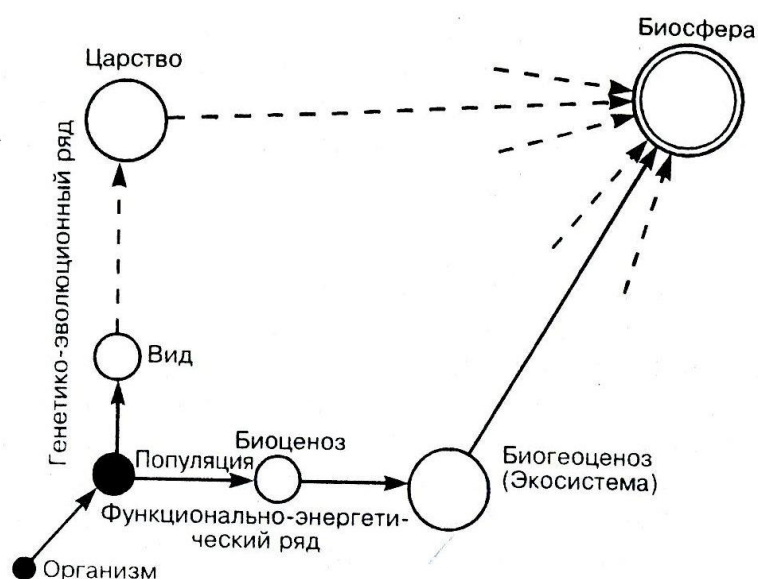


Рис. 8. Положение популяции в структуре биологических систем биосферы (по И.А. Шилову, 2000)

Любая популяция способна к воспроизведению, что означает вероятную возможность постоянного увеличения её численности. Если отвлечься от лимитирующего влияния комплекса факторов среды обитания, рост численности популяции можно представить как постоянно идущий процесс, масштабы которого зависят от свойственной данному виду скорости размножения, которая определяется как удельный прирост численности за единицу времени. При условиях неограниченного роста популяции изменение её численности во времени выражается экспоненциальной кривой. Но реально в природе наблюдается другая картина, т.к. коэффициент прироста не остается постоянным. Чаще всего реальный рост численности выражается S-образной зависимостью.

Существует три канала, по которым может осуществляться управление продуктивностью популяции на максимально высоком уровне (А.С. Степановских, 1997): рождаемость, смертность, скорость роста особей. Данные характеристики находятся под воздействием ряда факторов: пищевых ресурсов, почвенно-климатических условий, наличия влаги, света и тепла, плотности популяции, взаимодействия с другими видами, наличия болезней, паразитов и т.д. Поддерживая положительные факторы и подавляя отрицательные воздействия, человек может регулировать скорость продуцирования биомассы и ее количество. Изменяя интенсивность изъятия биомассы, человек может оказывать как положительное, так и негативное воздействие на ту или иную популяцию.

В материальном производстве человек использует незначительное количество видов, однако в будущем их количество возрастет при условии сохранности. Сохраняя природные сообщества, человек обеспечивает свое материальное благополучие и перспективы полноценного существования. Для сохранения видового разнообразия необходима полная охрана ландшафтов как комплексов экосистем; частичная охрана природных объектов при возможно полном сохранении целостности или облика ландшафта; создание и поддержание оптимального антропогенного ландшафта.

Целостное представление о возрастной и демографической структуре популяции дают демографические таблицы. Это один из методов статистического анализа популяций. Демографические таблицы позволяют количественно оценить влияние внешних условий на популяцию и составить прогноз изменения численности особей разных возрастных групп, что особенно важно для сохранения популяций редких и находящихся под угрозой исчезновения видов. Основными показателями демографических таблиц являются:

1. Число особей, доживающих до определенного возраста (численность особей определенной возрастной группы).
2. Смертность особей определенной возрастной группы.
3. Вероятность смерти особей в определенном возрастном интервале.
4. Вероятность дожития до определенного возраста.
5. Среднее время (лет, дн.), проживаемое особями в определенном временном интервале.
6. Ожидаемая продолжительность жизни особей.

Задание 1.

Для выполнения данного задания необходима предварительная подготовка. В колбы или пробирки с питательной средой поместите родительские пары мушек *Drosophila melanogaster* (питательная среда готовится на агар-агаре с добавлением сахара и дрожжей из яблок или винограда). Пробирки поместите в тёплое место (при температуре 20–25 °С) на 20–30 дней. В течение всего периода с интервалом в 5 дней проводите подсчёт численности всех особей, а также число самцов и самок мушки в каждой пробирке. Для этого необходимо провести анестезирование эфиром мушек: осторожно высыпать из пробирки всех мушек на фильтровальную бумагу в чашку Петри (чтобы не повредить мушек, нужно использовать при этом кисточки). Эфир действует около 5–7 минут, поэтому при необходимости можно провести дополнительное анестезирование: для этого ватный тампон, смоченный в эфире, положите в чашку Петри.

Используя данные подсчетов нужно:

1. Вычислить процентное соотношение самцов и самок.
2. Построить диаграмму половой структуры популяции мушек.
3. Построить демографическую таблицу для популяции самцов или самок мушки.

На основании проведенных исследования сделайте вывод.

Задание 2.

По данным таблицы 6 постройте графики колебания численности охотничьих животных по годам: а) для трёх видов животных на выбор; б) для хищников и их потенциальных жертв. Проанализируйте полученные кривые динамики численности видов животных. Вычислите долю численности каждого вида рассмотренных охотничьих животных в их суммарной численности.

Таблица 6

Численность охотничьих животных на территории одного из регионов России
(по Общая экология ..., 2011)

Виды животных	Численность особей				
	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Лось	8481	11881	13200	11961	12705
Дикий северный олень	1303	2032	2000	3326	4463

Рябчик	748639	1046906	1255800	429657	569350
Лисица	6614	8779	7300	8076	6129
Куница	11068	17596	17000	19116	18383
Заяц-беляк	259797	258456	247800	189820	177486
Волк	803	808	370	298	189
Белка	123677	149454	228100	209430	205617
Медведь	3500	3500	3500	3494	3494

Задание 3

На учётной площади в 1 га, разбитой на 100 квадратов 10×10 м было подсчитано число гнездовых нор сибирского крота (*Talpa altaica* Nikolsky, 1883). На 60 квадратах гнездовых нор крота не обнаружено, на 11 обнаружено по 1 норе, на 18 – по 2 норы, на 9 – по 3 норы, на 2 – по 4 норы. Определите тип пространственного распределения популяции крота по отношению дисперсии к среднему числу особей на площадке.

Задание 4.

На площади 20 км² тундры обитает 8 песцов (*Alopex lagopus* Linnaeus, 1758), из которых 4 самки. Ежегодно каждая самка в среднем приносит трёх детенышей, смертность особей составляет на конец года примерно 10%. Используя приведенные данные, определите:

1. Численность песцов в конце года.
2. Плотность особей весной и в конце года.
3. Показатель рождаемости за год.
4. Смертность за год.

Требования к отчету: представить результаты в виде диаграмм, заполненной таблицы, графиков, расчётов и выводов по лабораторной работе.

Контрольные вопросы:

1. Раскройте понятие популяция.
2. В каких случаях возможен экспоненциальный рост численности популяции?
3. В расставленных ловушках на учётной территории было поймано 60 лисиц (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758). Отловленные особи были помечены и отпущены. Через месяц отлов на этой же территории повторили, на этот раз было поймано 90 лисиц, из которых 30 оказались помеченными. Определите численность лисиц на данной территории с условием, что они равномерно по ней распределились.
4. Какие показатели популяции являются демографическими?
5. От каких факторов зависит численность популяции?
6. Изучите особенности биологии и экологии какого-либо вида (по выбору обучающегося).

Литература, рекомендуемая для подготовки к занятию

Алексеев, С.А. Практикум по экологии и охране природы [Текст]: метод. указания к практическим занятиям для студ. лесных вузов / С.А. Алексеев. – СПб.: ЛТА, 1993. – 51 с.

Гордиенко, В.А. Экология. Базовый курс для студентов небиологических специальностей [Текст]: учеб. пособие / В.А. Гордиенко, К.В. Показеев, М.В. Старкова. – СПб.: «Лань», 2014. – 640 с.

Дауда, Т.А. Экология животных [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Кошаев. – 3-е изд., стер. – СПб.: «Лань», 2015. – 272 с.

Коробкин, В.И. Экология [Текст]: учебник для студ. вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. Изд. 12-е, доп. и перераб. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 602 с.

Общая экология [Электронный ресурс]: сборник описаний лабораторных работ для студентов специальности 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» и направления бакалавриата 280200 «Защита окружающей среды» / сост. Е.И. Паршина. – Сыктывкар: СЛИ, 2011. – Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>.

- Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: «Мир», 1975. – 741 с.
- Пехов, А.П. Биология с основами экологии [Текст]: учебник для студ. вузов / А.П. Пехов. – Изд. 7-е, стер. – СПб.-М.-Краснодар: Лань, 2007. – 688 с.
- Радкевич, В.А. Экология [Текст]: учебник / В.А. Радкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 159 с.
- Степановских, А.С. Экология [Текст]: учеб. пособие/ А.С. Степановских. – Курган: ГИПП «Зауралье», 1997. – 616 с.
- Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 272 с.
- Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Лабораторная работа № 8

Тема: Биологическое разнообразие и методы его оценки (2 часа)

Цель работы: закрепить знания о биологическом разнообразии, познакомиться с методами его оценки, а также с методами оценки фаунистического сходства.

Оборудование: тетради, ручки, калькуляторы, персональные компьютеры с высокоскоростным подключением к сети Интернет.

Общие теоретические сведения.

Биологическое разнообразие (биоразнообразие) это разнообразие жизни во всех её проявлениях, а также показатель сложности биологических систем. Оно проявляется на трёх уровнях организации:

- 1) Генетическое разнообразие (разнообразие генов и их вариантов — аллелей).
- 2) Видовое разнообразие (разнообразие видов в экосистемах).
- 3) Экосистемное разнообразие, то есть разнообразие самих экосистем.

Жизнь на Земле могла развиваться только как особая форма круговорота вещества и энергии, который осуществляется, в первую очередь, на основании деятельности большого разнообразия живых организмов. Каждый из них потребляет из внешней среды необходимые для его жизнедеятельности вещества, а возвращает уже не пригодные. При этом некоторые виды потребляют нужные им вещества непосредственно из окружающей среды, другие используют продукты, переработанные и выделенные первыми, третьи – вторыми и так до тех пор, пока вещество снова не превратится в своё первоначальное состояние и не попадет во внешнюю среду. Отсюда возникает необходимость биологического разнообразия, т.е. сосуществования различных организмов, способных использовать продукты жизнедеятельности друг друга. Сохранение максимального биоразнообразия является основным гарантом поддержания стабильных условий существования жизни на Земле. Поэтому его изучение – одно из самых приоритетных направлений современной экологии (В.А. Радкевич, 1997).

Существует множество методов оценки биологического разнообразия и его мониторинга. При этом, как правило, определяют не только количество видов живых организмов в каком-либо сообществе, но и численность (обилие) особей каждого вида, которая может быть абсолютной (общее число особей вида в сообществе) и относительной (число особей на единицу площади биотопа или его объема). Относительную численность многих мелких видов животных наземно-воздушной среды (насекомых, паукообразных, мелких млекопитающих, амфибий и т.п.), которых отлавливают разными ловушками (ловушками Барбера, Геро, живоловушками и т.д.), обычно рассчитывают в ловушко-сутках. Ниже приведен пример такого расчёта (по А.М. Псарёву, 2010).

Двое суток в лесу стояло 200 ловушек. В них было поймано 20 зверьков трёх видов. Следовательно, на 400 ловушко-суток отловлено 20 зверьков. Обычно, для удобства сопоставления данных, полученных в разных биотопах по разным видам и в разное время, относительное обилие пересчитывают на 100 ловушко-суток. В данном случае это будет $20 : 4 =$

5 зверьков на 100 ловушко-суток. Теперь рассчитаем показатель обилия для каждого вида. Допустим, что из 20 пойманных зверьков 12 были рыжими полёвками, 4 – красными полёвками и 4 – обыкновенными бурозубками. Тогда на 100 ловушко-суток было поймано $12 : 4 = 3$ особи рыжей полёвки; $4 : 4 = 1$ особь красной полёвки и $4 : 4 = 1$ особь обыкновенной бурозубки.

Для сравнения численности разных видов в каком-либо одном биотопе (местообитании) используют коэффициент доминирования. Это отношение численности каждого из видов к общей численности всех видов. Для определения уровня (степени) доминирования обычно используют специальные шкалы, например шкалу Ренконена (O. Renkonen, 1938). Согласно этой шкале, доминантами считаются виды с обилием выше 5%, субдоминантами – от 2 до 5%, рецидентами – от 1 до 2%, субрецидентами – менее 1%.

Фаунистическое сходство разных биотопов (местообитаний) определяют с помощью коэффициентов Жаккара и Серенсена. Коэффициент Жаккара (P. Jaccard, 1901) находят по формуле:

$$K = \frac{c}{a+b-c}$$

Коэффициент Серенсена (T. Sørensen, 1948):

$$K = \frac{2c}{a+b}$$

где a – число видов данного таксона (вида, рода, семейства и т.д.) в одном биотопе;

b – то же в другом биотопе;

c – число видов, общих для обоих биотопов.

Действенным инструментом для анализа эффективности мероприятий, предпринятых для сохранения биоразнообразия и для выявления биологических тенденций, как природных, так и антропогенных является мониторинг. Основой для создания системы мониторинга биоразнообразия служат различные геоинформационные системы, например Wildlifemonitoring.ru (<http://wildlifemonitoring.ru/>). Она является автоматизированной системой на базе картографического сервера «Google Maps» и предназначена для внесения, хранения и сортировки данных по наблюдениям разных видов живых организмов, широким кругом пользователей, имеющих доступ в Интернет, а также для подготовки отчётов по этим встречам. Данная ГИС позволяет оценивать биотические изменения (то есть изменения в составе, обилии и распространении видов) в экосистеме с целью инвентаризации имеющихся в каком-либо районе видов и их местообитаний; разделения естественных флуктуаций от изменений, вызванных катастрофическими причинами (то есть гибели животных под влиянием загрязнений, разливов нефти и др.); изучения причинно-следственных отношений между внешними факторами и изменениями в популяциях видов или в экосистемах в целом. В настоящее время ГИС Wildlifemonitoring.ru активно развивается и её функционал пополняется.

Задание 1.

Рассчитайте относительное обилие (численность) мелких млекопитающих и отдельных их видов в ловушко-сутках, если в 300 ловушек Геро, стоявших в течение двух суток попало следующее количество зверьков (табл. 7):

Таблица 7

Количество зверьков в ловушках Геро

Виды животных	Количество особей
Обыкновенная бурозубка (<i>Sorex araneus</i>)	8
Тундрная бурозубка (<i>S. tundrensis</i>)	6
Средняя бурозубка (<i>S. caecutiens</i>)	2
Малая бурозубка (<i>S. minutus</i>)	4
Степная мышовка (<i>Sicista subtilis</i>)	1
Лесная мышовка (<i>S. betulina</i>)	2

Домовая мышь (<i>Mus musculus</i>)	1
Полевая мышь (<i>Apodemus agrarius</i>)	16
Малая лесная мышь (<i>A. uralensis</i>)	6
Мышь-малютка (<i>Micromys minutus</i>)	15
Рыжая полёвка (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	5
Красная полёвка (<i>C. rutilus</i>)	1
Обыкновенная полёвка (<i>Microtus arvalis</i>)	10
Узкочерепная полёвка (<i>M. gregalis</i>)	15
Темная полёвка (<i>M. agrestis</i>)	5
Полёвка-экономка (<i>M. oeconomus</i>)	3

Определите коэффициент доминирования и выявите виды доминанты, субдоминанты, рециденты и субрециденты (по шкале Ренконена).

Задание 2.

Установите сходство фаун гнездящихся птиц отрядов Falconiformes и Strigiformes в четырёх местообитаниях Алтайского региона, используя коэффициенты Жаккара и Серенсена. Данные для анализа приведены в таблице 8.

Таблица 8

Гнездящиеся птицы отрядов Falconiformes и Strigiformes в Алтайском регионе

Вид	Местообитание			
	Плоскогорье Укок	Ущелье р. Уландрык	Долина среднего течения р. Ануй	Касмалинский ленточный бор
<i>Отряд Falconiformes</i>				
Обыкновенный осоед	—	—	+	+
Хохлатый осоед	—	—	+	—
Чёрный коршун	+	+	+	+
Полевой лунь	+	—	+	+
Степной лунь	—	—	+	+
Луговой лунь	—	—	+	+
Болотный лунь	—	—	+	+
Тетеревятник	+	—	+	+
Перепелятник	+	—	+	+
Мохноногий курганник	+	+	—	—
Обыкновенный канюк	+	—	+	+
Орёл-карлик	+	—	—	+
Степной орёл	+	+	+	—
Большой подорлик	—	—	—	+
Могильник	—	—	+	+
Беркут	+	+	+	+
Орлан-белохвост	—	—	—	+
Бородач	+	+	—	—
Балобан	+	+	+	+
Сапсан	+	—	+	—
Чеглок	—	—	+	+
Дербник	+	—	—	+
Степная пустельга	—	—	+	—
Обыкновенная пустельга	+	+	+	+
<i>Отряд Strigiformes</i>				
Филин	+	+	+	+
Ушастая сова	+	—	+	+

Болотная сова	+	–	+	+
Домовый сыч	+	–	–	–
Мохноногий сыч	–	–	–	+
Воробьиный сыч	–	–	–	+
Сплюшка	–	–	+	+
Длиннохвостая неясыть	–	–	+	+
Бородатая неясыть	–	–	–	+

Примечание: «–» - вид на гнездовании не обнаружен; «+» - вид гнездится в данном местообитании.

Задание 4. На примере Wildlifemonitoring.ru (<http://wildlifemonitoring.ru/>) познакомьтесь с географической информационной системой мониторинга биоразнообразия. Инструкция по текущему интерфейсу данной ГИС доступна на сайте Российской сети изучения и охраны пернатых хищников по следующей ссылке: <http://rrrcn.ru/birdwatching/instruction-web-gis>, а обсуждение по текущему функционалу и его модернизации – на форуме Сети: <http://rrrcn.ru/forum/viewforum.php?f=47>.

Сделайте общий вывод по работе.

Требования к отчету: представить результаты работы в виде вычислений в тетради и письменных выводов по каждому заданию, а также в целом по работе.

Контрольные вопросы:

1. Что такое биоразнообразие, каково его значение?
2. Почему изучение биоразнообразия является одним из самых приоритетных направлений современной экологии?
3. Как можно оценить биологическое разнообразие какой-либо территории?
4. Как сравнивают численность разных видов в одном сообществе?
5. Раскройте понятие фауна, чем оно отличается от понятия животное население?
6. Как определяют сходство фаун в разных сообществах? Какие коэффициенты при этом используются?
7. Что такое мониторинг биоразнообразия и каковы его цели?
8. Какие существуют системы мониторинга биоразнообразия?

Литература, рекомендуемая для подготовки к занятию

География и мониторинг биоразнообразия [Текст]. – М.: Изд-во научного и учебно-методического центра, 2002. – 432 с.

Псарёв, А.М. Экология животных [Текст]: лабораторный практикум / А.М. Псарев. – Бийск: АГАО им. В.М. Шукшина, 2010. – 28 с.

Радкевич, В.А. Экология [Текст]: учебник / В.А. Радкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 159 с.

Jaccard, P. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines // Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur. – 1901. V. 37. Bd. 140. S. 241–272.

Renkonen, O. Statisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finischen Bruchmoore // Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo. – 1938. № 6. S. 1–226.

Sörensen, T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content // Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biol. krifter. Bd V. № 4. – 1948. P. 1–34.

Лабораторная работа № 9

Тема: Структура и энергетика экосистем (2 часа)

Цель работы: расширить знания о структуре экосистем, процессах передачи энергии и формирования биологической продукции.

Оборудование и материалы: тетради, учебники и пособия по экологии, ручки, карандаши, линейки.

Общие теоретические сведения.

Экосистема является открытой неравновесной термодинамической системой, постоянно обменивающейся энергией и веществом с окружающей средой. Крупные экосистемы, такие как тундра, тайга, степи, влажные экваториальные леса и т.д., называют биомами. Несмотря на их разнообразие, все они обладают сходной структурой. В каждой экосистеме выделяют два ключевых компонента – организмы (биота) и абиотическая среда. Биота в каждой экосистеме подразделяется на продуцентов (фотосинтезирующие растения или хемосинтезирующие бактерии), консументов (организмы, потребляющие готовое органическое вещество, в основном это животные) и редуцентов (организмы, в основном бактерии и грибы, которые разлагают органику до неорганических составляющих).

Взаимоотношения организмов определяются проходящим через них потоком вещества и энергии (рис. 9). Это биологический круговорот – поступление химических элементов из абиотической среды в живые организмы, превращение поступающих веществ в более сложные соединения, усвоение, возврат части соединений в абиотическую среду в виде детрита. Круговорот веществ сопровождается передачей и превращением энергии, которая является одним из свойств живой материи и выражается в способности производить работу. Изучение потоков энергии позволяет раскрыть принципы функционирования и стабильности экосистем, выявить основные механизмы управления энергетическими процессами, как в природных, так и в антропогенных экосистемах. Передача энергии – это ее поступление от продуцентов к консументам и редуцентам. Поток вещества и энергии формирует трофическую структуру экосистем.

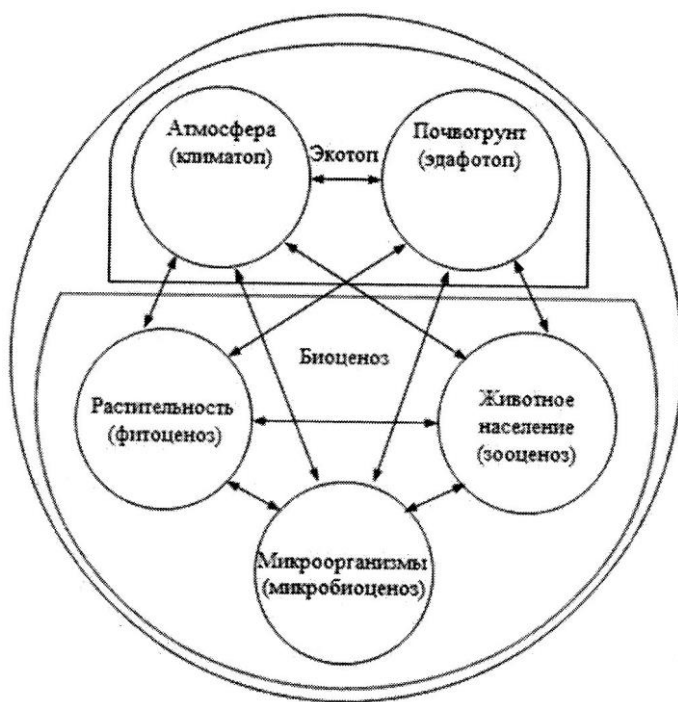


Рис. 9. Структура биоценоза и схема взаимодействия между его компонентами (по В.Н. Сукачеву, 1940; из А.С. Степановских, 1997)

Главным показателем автотрофного компонента экосистем является первичная продукция, представляющая собой биомассу подземных и наземных органов, а также энергию и биогенные летучие вещества, произведенные автотрофной растительностью на единицу площади за единицу времени (выражается в граммах биомассы на 1 м² за год). Вторичная продукция на каждом последующем уровне консументов составляет обычно всего около 10% предыдущей (в отдельных случаях 15–20%). Растительноядные животные потребляют около 10% энергии, накопленной растениями, а хищные первого порядка – около 10% энергии, содержащейся в биомассе растительноядных.

Выделяют так называемую чистую продуктивность сообщества, под которой понимают скорость накопления органического вещества, не потребленного гетеротрофами. В большинстве случаев наблюдается преобладание валовой первичной продукции над «дыханием» сообщества, в результате чего происходит накопление не потребленного органического вещества (например, в виде каменного угля, горных сланцев, торфа и т.д.). Недостаточное потребление первичной продукции может иметь серьезные последствия для экосистемы: скорость накопления детрита начинает превышать скорость разложения его организмами, что в конечном итоге замедляет круговорот минеральных веществ.

Задание 1.

Изучение структурной организации экосистем.

Распределите следующие живые организмы по принадлежности их к экосистемам и трофическим группам: ель, рдест, лемминги, водоросли, утка, лягушка, осот, песок, толстолобик, мышь, берёза, скворец, божья коровка, дафния, дождевой червь, лось, сосна, ондатра, картофель, белокрыльник болотный, пшеница, сурок, ковыль, типчак, степной орёл, ягель, линнея северная, корова, белка, жук-мертвоед, багульник, личинки мух, чайка, язь, ежа сборная, сом, лисица, хорь, окунь, ряска, заяц, кулик, волк, мятлик узколистный, пырей ползучий, клевер луговой, кувшинка, щука, полёвка, тля, человек, овца, долгоносик.

Экосистемы:

- 1) Еловый лес.
- 2) Водоём.
- 3) Сельскохозяйственные экосистемы.
- 4) Тундра.
- 5) Болото.
- 6) Луг.

Оформите письменный ответ, охарактеризовав значение каждой трофической группы организмов в экосистеме.

Задание 2.

Изучение закономерностей передачи энергии и формирования биологической продукции.

Используя результат 1-го задания, составьте цепь питания и определите ее трофические уровни.

Задание 3.

Определите, какое количество энергии получат:

- 1) Консументы первого порядка.
- 2) Консументы второго порядка.
- 3) Консументы третьего порядка.
- 4) Консументы, занимающие пятый трофический уровень.
- 5) Организмы, занимающие второй трофический уровень.
- 6) Организмы, занимающие третий трофический уровень,

если зелёными растениями зафиксировано (в соответствии с номером) 10, 20, 30, 40, 50 и 35 ккал. солнечной энергии.

Задание 4.

Используя данные 2-го задания, постройте пирамиду энергии для трёх трофических уровней, соблюдая при этом масштаб.

Задание 5.

Схематично зарисуйте:

а) пирамиду численности для цепи «дерево → насекомые»;

б) пирамиду биомассы для цепи «фитопланктон → кит»;

Сравните пирамиды и объясните их различия.

Задание 6.

Вычислите чистую первичную продукцию, если автотрофами (зелёными растениями) зафиксировано следующее количество энергии:

а) 500 ккал/м²;

б) 150 ккал/м²;

в) 250 ккал/м²;

г) 180 ккал/м²;

д) 120 ккал/м²;

е) 750 ккал/м².

Затраты на «дыхание» составили:

а) 40%;

б) 25%;

в) 50%;

г) 35%;

д) 15%;

е) 10%.

Задание 7.

Используя данные таблицы 9, выпишите биомы с максимальной и минимальной продуктивностью фитомассы и объясните их приуроченность к природным зонам.

Таблица 9

Биомасса (сухое вещество) и биологическая продуктивность
(по Общая экология ..., 2011)

Тип экосистемы	Площадь, млн. км ²	Биомасса растений, средн. значение, кг/м ²	Общая биомасса растений, млрд. т	Общая биомасса животных, млн. т	Чистая первичная прод-ть, (средн.), г/м ² / год	Общая чистая прод-ть, млрд. т/год	Продуктивность животных, млн. т/год
Влажные тропические леса	17,0	45,0	765,0	330,0	2200,0	37,4	260,0
Вечнозелёные леса умеренного пояса	5,0	35,0	175,0	50,0	1300,0	6,5	26,0
Листопадные леса умеренного пояса	7,0	30,0	210,0	110,0	1200,0	8,4	42,0
Тайга	12,0	20,0	240,0	57,0	800,0	9,6	38,0
Саванна	15,0	4,0	60,0	220,0	900,0	13,5	300,0
Тундра	8,0	1,6	14,0	60,0	140,0	1,1	3,0
Пустыни и полупустыни	18,0	0,7	13,0	8,0	90,0	1,6	7,0
Болота	2,0	15,0	30,0	20,0	2000,0	4,0	32,0
Озёра и водотоки	2,0	0,02	0,05	10,0	250,0	0,5	10,0

Материковые экосистемы	149	12,3	1837	1005,0	773,0	115	909,0
Открытый океан	332	0,003	1,0	800,0	125,0	41,5	2500
Континентальный шельф	26,6	0,01	0,27	160,0	360,0	9,6	430,0
Коралловые рифы	0,6	1,0	1,2	12,0	2500,0	1,6	36,7
Эстуарии	1,4	1,0	1,4	21,0	1500,0	2,1	48,0
Морские экосистемы	361	0,01	3,9	997,0	152,0	55,0	3025,0

Требования к отчёту: представить результаты работы в виде письменных выводов и вычислений по каждому заданию и в целом по работе.

Контрольные вопросы:

1. Объясните смысл суждения «Экосистема – открытая неравновесная термодинамическая система».
2. Какие процессы обуславливают способность экосистемы к саморегуляции и самоподдержанию?
3. Организмам какой трофической группы принадлежит функция образования органических веществ?
4. Организмам какой трофической группы принадлежит функция разложения органических веществ до неорганических составляющих?
5. Приведите примеры действия термодинамических законов в экосистеме.
6. Вычислите, сколько необходимо фитопланктона для пропитания одной щуки весом 5 кг и занимающей пятый трофический уровень в пищевой цепи (учитывайте, что на каждом трофическом уровне полностью поедаются только представители пищевой цепи).
7. Представители какой группы организмов вместе взятые (растения или животные) будут более тяжелыми в лесу на площади 1 га?

Литература, рекомендуемая для подготовки к занятию

Гордиенко, В.А. Экология. Базовый курс для студентов небиологических специальностей [Текст]: учеб. пособие / В.А. Гордиенко, К.В. Показеев, М.В. Старкова. – СПб.: «Лань», 2014. – 640 с.

Горелов, А.А. Экология [Текст]: учеб. пособие / А.А. Горелов. – М.: Центр, 2000. – 240 с.

Дауда, Т.А. Экология животных [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Кощаев. – 3-е изд., стер. – СПб.: «Лань», 2015. – 272 с.

Коробкин, В.И. Экология [Текст]: учебник для студ. вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Изд. 12-е, доп. и перераб. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 602 с.

Общая экология [Электронный ресурс]: сборник описаний лабораторных работ для студентов специальности 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» и направления бакалавриата 280200 «Защита окружающей среды» / сост. Е.И. Паршина. – Сыктывкар: СЛИ, 2011. – Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>.

Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: «Мир», 1975. – 741 с.

Пехов, А.П. Биология с основами экологии [Текст]: учебник для студ. вузов / А.П. Пехов. – Изд. 7-е, стер. – СПб.-М.-Краснодар: Лань, 2007. – 688 с.

Радкевич, В.А. Экология [Текст]: учебник / В.А. Радкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 159 с.

Степановских, А.С. Экология [Текст]: учеб. пособие / А.С. Степановских. – Курган: ГИПП «Зауралье», 1997. – 616 с.

Уиттекер, Р.Х. Сообщества и экосистемы [Текст] / Р.Х. Уиттекер. – М.: «Прогресс», 1980. – 328 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 272 с.

Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Лабораторная работа № 10

Тема: Сукцессии (2 часа)

Цель работы: углубить знания о сообществах и сукцессиях, изучить типы сукцессий.

Оборудование и материалы: тетради, учебники и пособия по экологии, ручки, карандаши, линейки, транспортиры, циркули, калькуляторы, персональные компьютеры.

Общие теоретические сведения.

Сукцессией (от лат. succession – последовательность, смена) называется закономерный направленный процесс изменения сообществ в результате взаимодействия живых организмов между собой и окружающей их абиотической средой (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988). Другими словами, сукцессия это последовательная смена одного биоценоза другим. Цепь сменяющих друг друга биоценозов называется сукцессионным рядом или серией.

В процессе сукцессии на основе конкурентных взаимоотношений видов происходит постепенное формирование их более устойчивых комбинаций, которые соответствуют конкретным абиотическим условиям. Сукцессии чрезвычайно разнообразны. Их можно наблюдать в пробирках с питательной средой, где сменяют друг друга разные виды микроорганизмов, в лужах и прудах, на стволах отмирающих деревьев, на трупах умерших животных, в кучах навоза, на выветривающихся скалах и т.д. В стабильных сообществах с уравновешенным круговоротом веществ тоже постоянно происходят множество локальных сукцессий, которые поддерживают сложную внутреннюю структуру экосистем.

Все сукцессии подразделяются на два основных типа:

- 1) С участием как автотрофного, так и гетеротрофного населения.
- 2) С участием только гетеротрофных организмов.

Сукцессии первого типа могут быть *первичными* и *вторичными*. Первичные начинаются на участках, лишенных жизни: обрывах, речных наносах, барханах, скальных обнажениях и т.п. При заселении таких мест живыми организмами, необратимо происходит многократная смена их сообществ, т.е. сукцессия. Если последняя ведет к преобразованию самого местообитания (например, в результате формирования почвы), то называется *экогенетической*. Вторичные сукцессии начинаются в том случае, если в уже сложившемся сообществе нарушены установившиеся взаимосвязи организмов (в результате вырубki, пожара, распахки, вселения нового вида организмов и т.д.). При этом происходит смена биоценозов, постепенно приводящая к восстановлению первоначального сообщества. Такие сукцессии называют *демулационными* (Н.М. Чернова, А.М. Былова, 1988).

Сукцессии второго типа происходят лишь в таких условиях, где имеется предварительный запас либо постоянное поступление органических соединений, например на трупах животных, в кучах навоза, в пещерах с гуано летучих мышей и т.д.

Конечным итогом любой сукцессии является формирование относительно устойчивого сообщества, которое называется *климаксовым*.

Задание 1.

Начертите графики, отражающие динамику численности семейств жесткокрылых и общую динамику их численности в ходе сукцессии (табл. 10). Определите тип сукцессии. Постройте диаграммы, показывающие изменение соотношения численности трофических группировок в ходе сукцессии и установите её стадии.

Таблица 10

Численность имаго жесткокрылых на трупе суслика в зависимости от сроков его существования (по А.М. Псарёву, 2010)

Жесткокрылые	Тип трофики	Время существования трупа (сутки)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Histeridae	хищники	9	27	19	15	7	7	6	2	0	0

Hydrophylidae	сапрофаги	96	108	96	59	17	20	18	11	10	7
Scarabaeidae	сапрофаги	230	169	99	60	15	8	4	2	3	1
Staphylinidae	сапрофаги	43	45	67	88	102	35	42	24	16	4
	хищники	84	99	109	88	78	47	32	7	3	0

Задание 2.

Проанализируйте рис. 10 и 11, какие сукцессии на них показаны? Определите их тип, опишите последовательные стадии, сделайте вывод.

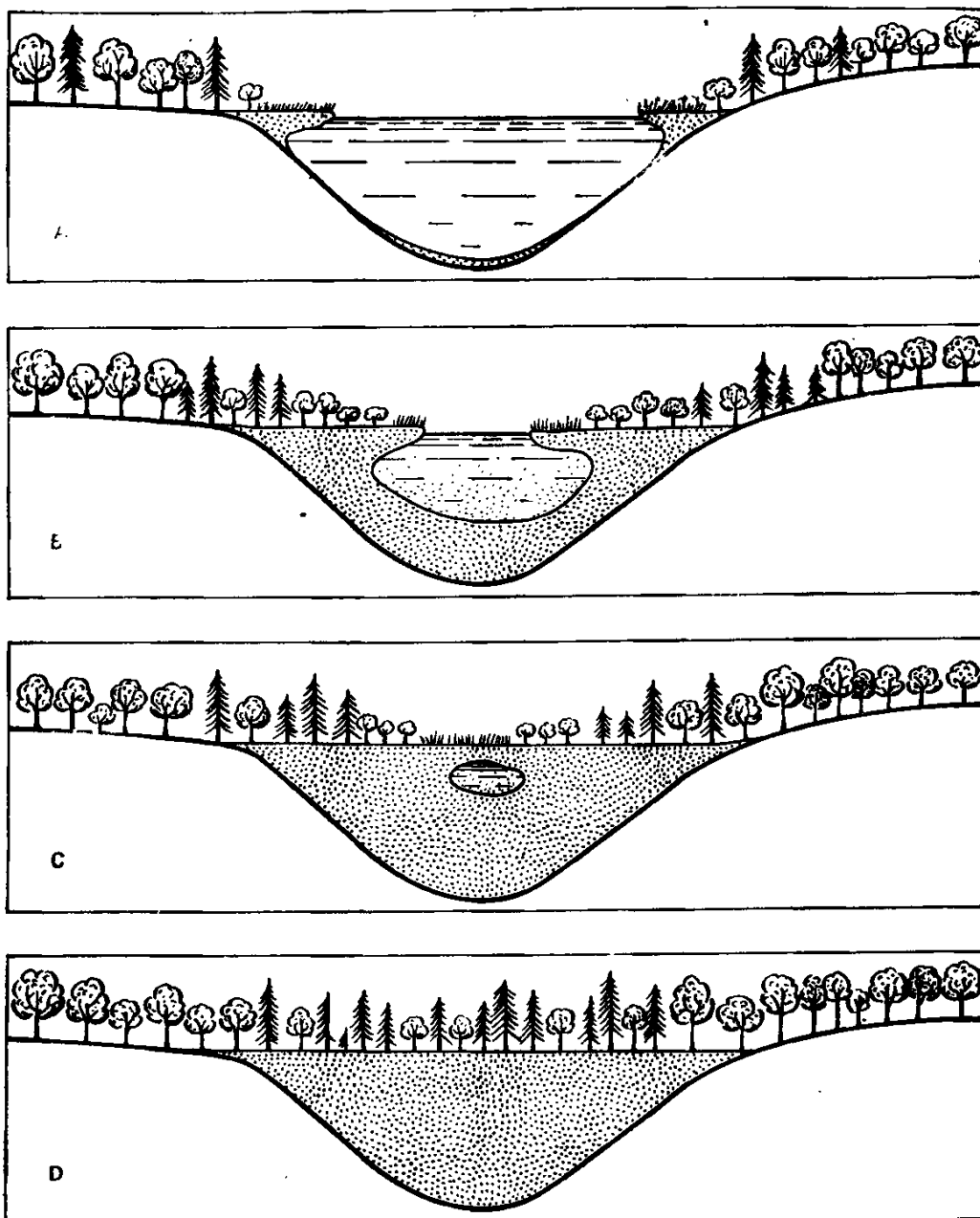


Рис. 10. Сукцессия при зарастании озера (по Р.Х. Уиттекеру, 1980)

Требования к отчёту: представить результаты работы в виде графиков, диаграмм, описаний сукцессий и письменных выводов по каждому заданию и в целом по работе.

Контрольные вопросы:

1. Что такое сукцессия?
2. Какие существуют типы сукцессий?
3. В каком случае сукцессия называется экогенетической?

4. Какие сукцессии называют демутационными?
5. Чем первичные сукцессии отличаются от вторичных?
6. Какое сообщество называется климаксовым?

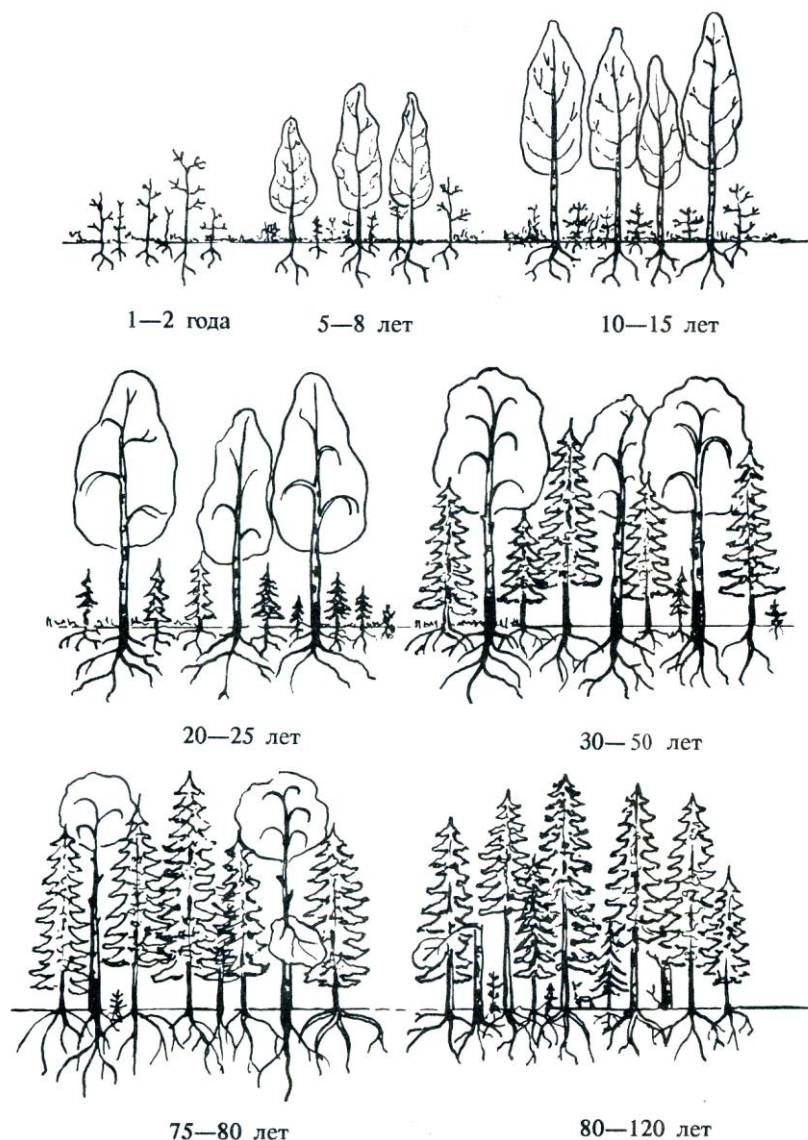


Рис. 11. Возобновление елового леса после вырубki как пример сукцессии (по И.Н. Пономаревой, 1975)

Литература, рекомендуемая для подготовки к занятию

Гордиенко, В.А. Экология. Базовый курс для студентов небиологических специальностей [Текст]: учеб. пособие / В.А. Гордиенко, К.В. Показеев, М.В. Старкова. – СПб.: «Лань», 2014. – 640 с.

Дауда, Т.А. Экология животных [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Коцаев. – 3-е изд., стер. – СПб.: «Лань», 2015. – 272 с.

Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: «Мир», 1975. – 741 с.

Пономарева, И.Н. Общая экология [Текст] / И.Н. Пономарева. – Л., 1975. – 162 с.

Псарёв, А.М. Экология животных [Текст]: лабораторный практикум / А.М. Псарёв. – Бийск: АГАО им. В.М. Шукшина, 2010. – 28 с.

Радкевич, В.А. Экология [Текст]: учебник / В.А. Радкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 159 с.

Уиттекер, Р.Х. Сообщества и экосистемы [Текст] / Р.Х. Уиттекер. – М.: «Прогресс», 1980. – 328 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 272 с.

Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

ГЛАВА 4. ВНЕАУДИТОРНАЯ РАБОТА

4.1. Самостоятельная работа по темам курса

Тема: История развития экологии как науки

1 этап – до 1860-х гг. Накопление сведений о живых организмах и их связях с окружающей природной средой. Опыт первых обобщений и заключений. Аристотель (384–322 до н. э.) «История животных»: водные и сухопутные животные, плавающие, летающие и ползающие; приуроченность организмов к местообитаниям, одиночная и стайная жизнь, различия в питании и др. «Естественная история» Плиния старшего (23–79 н. э.). Первый экологический эксперимент Роберта Бойля (1627–1691) по сравнительному изучению влияния низкого атмосферного давления на животных. Модели Жана Батиста Ламарка (1744–1829) («Философия зоологии») и Т. Мальтуса (народонаселение и последствия перенаселённости), предупреждающие о негативных последствиях воздействия человека на природу. Экспедиционные труды: Степана Петровича Крашенинникова (1713–1755) «Описание земли Камчатки», Ивана Ивановича Лепехина (1740–1802) «Дневные записки путешествия доктора и Академии наук адъюнкта Ивана Лепехина по разным провинциям Российского государства», Петра Симона Палласа (1741–1811) «Описание животных российско-азиатских». Труды М.В. Ломоносова («О слоях земных» и другие). Работы Карла Линнея (1707–1778) «Экономия природы», «Общественное устройство природы» и Жоржа Бюффона (1707–1778) «Естественная история», внесших большой вклад в формирование экологических знаний. Первое эволюционное учение Жана Батиста Ламарка (1744–1829), которое утверждает влияние внешних условий среды обитания на приспособленность и эволюцию организмов.

2 этап – вторая половина XIX в. Выделение экологии в самостоятельную область знаний. Работы Николая Алексеевича Северцова (1827–1885) и др. Биологические наблюдения Эрнста Геккеля (1834–1919), сформулированные в труде «Generelle Morphologie der Organismen» (1866), где он предложил термин «экология»: «Под экологией мы понимаем сумму знаний, относящихся к экономике природы: изучение всей совокупности взаимоотношений животного с окружающей его средой, как органической, так и неорганической, и, прежде всего – его дружественных или враждебных отношений с теми животными и растениями, с которыми он прямо или косвенно вступает в контакт». Одним словом, экология – это наука, изучающая все сложные взаимосвязи и взаимоотношения в природе, которые Ч. Дарвин назвал "условиями, порождающими борьбу за существование". Э. Геккель относил экологию к разделу биологической науки и науки о природе.

3 этап – 1950-е гг. Большой вклад в становление экологии как самостоятельной науки к началу XX столетия внесли Климент Аркадьевич Тимирязев (1843–1920), Василий Васильевич Докучаев (1846–1903), Владимир Николаевич Сукачев (1880–1967) и др. Владимир Иванович Вернадский (1863–1945) – создатель учения о биосфере, ввел новое понятие «ноосфера» (сфера разума). На данном этапе экология преобразуется в комплексную науку. Формируются её *основные задачи* (по Н.Е. Рязановой, 2002):

1. Исследование закономерностей организации живого.
2. Создание научно обоснованной эксплуатации биологических ресурсов.
3. Разработка мероприятий, ограничивающих до минимума применение химических средств в борьбе с вредными видами.
4. Регуляция численности живых организмов.
5. Разработка общей теории устойчивости систем.
6. Моделирование состояний экосистем и глобальных биосферных процессов, прогноз предполагаемых изменений природной среды.

Формы воздействия человека на окружающую природную среду (по Н.Е. Рязановой, 2002):

1. Изменение структуры земной поверхности.
2. Изменение химического состава окружающей среды, круговоротов и балансов веществ.

3. Изменение энергетического (теплового) баланса на локальном, региональном и глобальном уровнях.

4. Изменение состава биоты.

Основные уровни организации жизни, изучаемые экологией (по Н.Е. Рязановой, 2002):

аутоэкология – взаимодействие организма со средой своего обитания;

демэкология – взаимодействие между небольшими группами организмов и средой обитания;

синэкология – комплексное изучение групп организмов, поддерживающих стабильность природных систем во времени.

Правила экологии (по Н.Е. Рязановой, 2002):

1. Изменение хотя бы одного из факторов среды вызывает функциональные, структурные, качественные и количественные изменения всех систем.

2. Накопление слабых внешних воздействий может привести к непредсказуемым динамическим процессам.

3. Величины минимума и максимума воздействия определяют величину толерантности организма по отношению к этому воздействию.

4. Абсолютно изолированное развитие невозможно, все системы всегда используют возможности окружающей среды.

5. Система всегда стремится к комфортному состоянию и уходит от раздражающего фактора.

6. Явление, удаленное во времени и пространстве, кажется менее существенным.

7. Экологическая ниша всегда заполняется.

8. При эксплуатации природных систем нельзя переходить предел их саморегуляции.

9. Техническое управление природными системами не способно учесть все нюансы и чревато неблагоприятными цепными реакциями.

Компоненты окружающей природной среды с экологической точки зрения: естественные, техногенные, социальные. Экологическая культура, мораль, эстетика.

Значение экологического просвещения и образования. Суть экологических проблем по Б. Коммонеру (1973): "Поиски истоков любой проблемы, связанной с окружающей средой, приводят к неоспоримой истине, что коренная причина кризиса заключена не в том, как люди взаимодействуют с природой, а в том, как они взаимодействуют друг с другом... и что, наконец, миру между людьми и природой должен предшествовать мир между людьми". Отмечается экологизация современной науки, осознается огромная роль экологических знаний, деятельность человека часто не просто вредит окружающей природе, воздействует на неё негативно, резко меняет условия жизни людей, но и угрожает самому существованию человечества. Экология – наука будущего, успешность существования человека на Земле будет зависеть от прогресса этой науки.

Вопросы для самопроверки

1. Как и почему взаимосвязаны человек и природа?
2. Что является предметом изучения экологии?
3. Когда возникла экология как наука, с чем это было связано?
4. Перечислите основные исторические этапы экологии.
5. Назовите роль отечественных ученых в становлении и развитии экологии.
6. Как соотносятся между собой индивидуальная и общественная экологическая культура?
7. Что означает термин «ноосфера», кто его автор, почему он возник?
8. Определите фундаментальные биологические идеи современной экологии.

Тема: История развития взаимоотношений человека с окружающей природной средой

Этапы развития жизни на Земле. Человек, отношения с окружающей природой. Оледенения и их влияние на становление разумной деятельности человека. Орудия охоты и

труда. Этапы развития земледелия. Развитие ткачества, освоение производства металлов, производство керамики и т.д.

История древнейших земледельческих цивилизаций (Китай, Месопотамия, Египет): предпосылки зарождения, расцвет, причины гибели. Эпоха Великих географических открытий, изменившаяся картина мира. Распространение европейского мировоззрения на открываемые земли. Экологические последствия столкновения Старого и Нового Света.

Век Просвещения, идеи креационизма, трансформизма, натурфилософии. Самобытность естественно-научных идей передовых учёных того времени. Прорыв во взглядах на окружающую среду в XIX в. Открытия русских мореплавателей. XX в. – основные законы экологии Б. Коммонера (1971):

1. Всё связано со всем.
2. Всё должно куда-то деваться.
3. Ничто не дается даром.
4. Природа знает лучше.

Вопросы для самопроверки

1. Как и почему происходило физическое, социальное и интеллектуальное развитие от человека умелого до человека разумного? Что формировало механизм этого процесса?

2. Какую роль сыграл процесс развития великих речных цивилизаций? Существовали ли экологические проблемы при заселении и освоении речных долин?

3. Каково было отношение людей к природе в местах древнейших земледельческих цивилизаций?

4. Какова положительная и отрицательная роль орошаемого земледелия? Изменило ли оно отношение к природе?

5. Почему происходит нарастание процесса истребления видов и подвидов животных (рис. 12)?

В чём состояли особенности становления естественно-научных взглядов в XVIII–XIX вв. на происхождение Солнечной системы, изменяемость организмов, их эволюцию, искусственный отбор.

6. Какую роль сыграло бурное развитие естественных наук для экологизации общества в целом? Назовите вклад отечественных учёных.

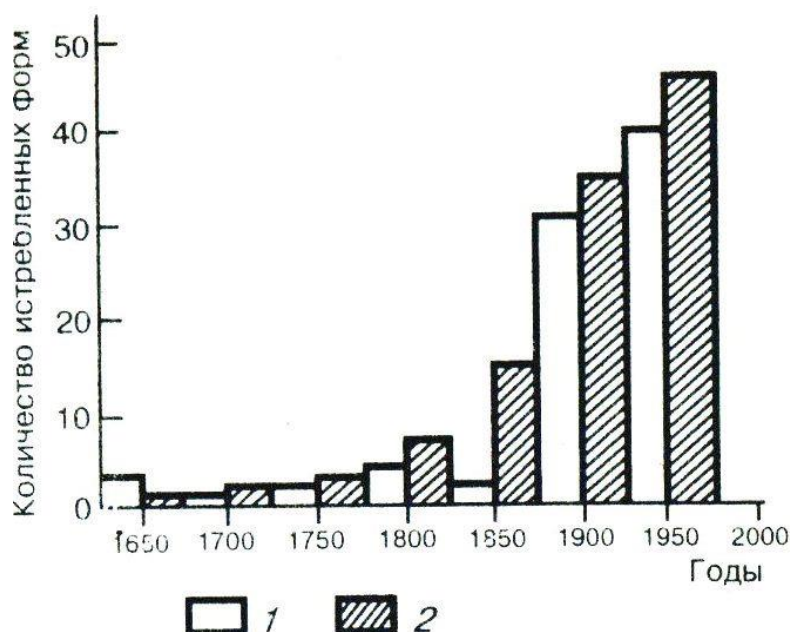


Рис. 12. Нарастание процесса истребления видов и подвидов зверей (1) и птиц (2) в XVII–XX вв. (по Г.А. Новикову, 1979; из И.А. Шилова, 2000)

Тема: Взаимодействия организмов со средой обитания

Идеи В.И. Вернадского о биосфере. Биосфера – планетарное явление космического характера. 1875 г. – Эдуард Зюсс выделяет самостоятельную оболочку Земли – биосферу. В.И. Вернадский впервые применяет понятие живое вещество – совокупность всех живых организмов. Функции живого вещества: энергетическая, деструктивная, концентрационная, средообразующая.

Накопление и передача информации в экосистеме. Роль экологических факторов – поступающих к организму сигналов. Режим функционирования живых организмов под воздействием экологических факторов (происхождение, качество, количество, время воздействия). Общая классификация экологических факторов (по Н.Е. Рязановой, 2002): абиотические, биотические, природные, антропогенные.

Абиотические факторы:

1. Солнечная активность: солнечная постоянная, общий приход радиации, альbedo, циркадные ритмы, ритмика природных и социальных явлений и их сопоставление с числами Вольфа.
2. Влажность воздуха: абсолютная, относительная, максимальное насыщение, дефицит влажности.
3. Атмосферные осадки: виды осадков, зоны земного шара по обеспеченности влагой.
4. Движение воздушных масс: циклоны, антициклоны, муссоны, пассаты, аномальные явления.
5. Атмосферное давление: постоянные области давления на Земле, суточные и сезонные колебания.
6. Почвенный покров: факторы почвообразования, строение почвенного профиля, гранулометрический состав, роль гумуса, поглотительная способность и кислотность почв.
7. Геоморфология: понятие о микро-, мезо- и макрорельефе, экспозиция и крутизна склона, высотная поясность.
8. Водная среда: подвижность, плотность, температурная стратификация, прозрачность, солёность, газовый состав, эвтрофирование пресноводных водоёмов.

Биотические факторы:

1. Отношения живых организмов между собой: гомотипические и гетеротипические (хищничество, паразитизм, комменсализм, форезия, конкуренция, симбиоз, нейтрализм).
 2. Почвенная биологическая миграция: педобионты, биологическая активность почв.
- Закон Ю. Либиха. Закон минимума, его справедливость для всех живых организмов. Толерантность живых организмов. Закон толерантности (лимитирующего фактора) В. Шелфорда. Понятие о предельно допустимых концентрациях и предельно допустимых выбросах загрязняющих веществ.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение «биосфера» по В.И. Вернадскому, какие характеристики являются важными для нее?
2. Охарактеризуйте абиотические факторы и приведите конкретные примеры.
3. Что понимается под биотическими факторами природной среды? Как они влияют на живые и косные системы?
4. Как классифицируются природные и антропогенные экологические факторы?
5. Охарактеризуйте особенности влияния жизнедеятельности одних организмов на другие.
6. Раскройте понятие процесса адаптации организмов к условиям окружающей среды и назовите различные виды адаптации.
7. В чем суть законов Ю. Либиха и В. Шелфорда?
8. Назовите основные экологические факторы водной и воздушной среды.
9. Приведите примеры влияния на живые организмы физических и химических факторов почвенной среды.

10. Что понимают под педосферой? Назовите экологические функции почвы.

Тема: Динамика экосистем

Ареалы распространения живых организмов.

Определение экологической ниши и три правила формирования экологической ниши организма. Ареалы распространения человека и его фундаментальная экологическая ниша. Экологические формы живых организмов в почвенной и водной среде, на неудобных землях, свалках, в древесине и т.д. Популяции и станции их обитания. Понятие об экосистеме (биогеоценозе). Структура экосистемы. Энергетика и продукция экосистемы: образование первичного органического вещества, трофическая цепь и сеть, приход и расход энергии в экосистеме, биологическая продуктивность экосистем.

Гомеостаз системы – подвижное равновесие. Механизмы обратных связей в экосистеме. Прямые и обратные, положительные и отрицательные связи в биоценозе. Процесс формирования гомеостатического плато в экосистеме.

Сукцессии в экосистеме. Закон сукцессионного замещения. Восстановительные (демутационные), циклические, климаксные сукцессии. Значение сцепленных факторов в сукцессии биологических видов. Закон последовательного прохождения фаз развития (по Н.Ф. Реймерсу).

Динамика популяций и её связь с сукцессией. Количественные оценки популяций, текущая численность и плотность популяции. Баланс популяции – соотношение рождаемости и смертности. Общий закон управления для природных экосистем.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение экологической ниши.
2. По каким правилам формируется экологическая ниша организма?
3. Определите место частной популяции в биоте Земли.
4. Могут ли демографические показатели популяций использоваться в хозяйственной деятельности?
5. О чём говорят динамические показатели популяций?
6. Объясните экологическую стратегию выживания?
7. Какие экологические факторы отвечают за регуляцию плотности популяции?
8. Что такое экотон и в чём причины краевого эффекта? Назовите примеры.
9. Как соотносятся экосистема и биоценоз?
10. Дайте определение трофической цепи и обоснуйте её экологическое значение.
11. Назовите экологические функции и преобладание продуцентов, консументов и деструкторов (рис. 13).

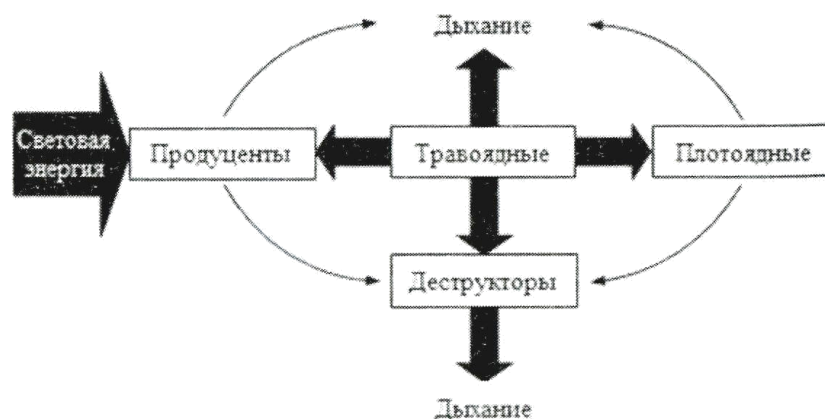


Рис. 13. Трофическая структура биоценоза
(по Т.А. Дауда, А.Г. Коцаев, 2015)

12. В чем суть экологического значения сукцессионного процесса и причин его возникновения?

13. Укажите причины и обоснуйте суть климаксной фазы развития сообщества.

Тема: Ландшафтная классификация природных экосистем

Концепция экосистемы. Выделение микро-, мезо-, макро- и глобальной экосистем Земли. Трофическая структура экосистем: автотрофный и гетеротрофный ярусы. Гомеостаз экосистемы. Понятие о саморегулирующейся системе. Основные виды наземных экосистем природных зон. Природа и функционирование зональных типов ландшафтов. Взаимодействие экосистем, их взаимопроникновение. Целостность биосферы. Динамика жизненных процессов: создание, превращение, разрушение. Источники энергии в биосфере: космический фактор, энергия метаболизма и жизненных циклов. Основные функции биосферы: превращение космической энергии, биогенная миграция веществ и энергии в природе, поддержание динамического равновесия, концентрация рассеянных элементов живыми организмами, способность биосферы к самоочищению.

Вопросы для самопроверки

1. Что понимают под саморегулирующейся системой?
2. Обоснуйте процесс формирования саморегулирующегося гомеостаза в крупных экосистемах.
3. Приведите примеры зональных типов ландшафтов и допустимые виды хозяйственной деятельности в их пределах?
4. Укажите масштабы распространения природных и антропогенных ландшафтов в различных природных зонах. От чего они зависят?
5. В чём состоят экологические последствия нестабильности биомассы экосистемы?
6. Назовите виды организмов, занимающих смежные трофические уровни и находящихся в единой пищевой цепи.

Тема: Экологическая безопасность

Экологическая опасность – вероятность нарушения и деградации окружающей среды в результате антропогенных воздействий, стихийных бедствий и природных катастроф, приводящих к угрозе здоровья человека.

Экологическая безопасность – степень защищённости человека, общества, государства от угроз и последствий, создаваемых антропогенными воздействиями на природную среду, а также стихийными бедствиями и природными катастрофами. Экологическая безопасность ограничена временными рамками и масштабом производимых воздействий (по Э.Б. Алаеву): кратковременное воздействие может быть относительно безопасным, а длительное – опасным (особенно для последующих поколений), изменение на локальном уровне – почти незаметным, а широкомасштабное – катастрофическим. Достижение абсолютной степени экологической безопасности невозможно, экологическая опасность всегда присутствует, и в ходе разработки мероприятий экологической безопасности осуществляется выбор минимального уровня опасностей. Осуществление экологической безопасности предполагает проведение экологической политики, постоянный контроль состояния окружающей среды, разработку экологических нормативов, организацию территории, внедрение экологически чистых и безопасных технологий и т.д. Экологическая безопасность является одним из важнейших элементов безопасности человека.

В Экологической доктрине России обеспечение экологической безопасности страны определено как конечная цель политики государства в области экологии. Наряду со многими задачами реализации государственной политики в сфере экологии одними из основных задач

являются создание эффективного правового механизма в целях обеспечения ответственности за экологические правонарушения (Экологическая безопасность России..., 2003. С.13).

Экологические исследования создают научные основы экологической экспертизы, экологических прогнозов и планирования (А.В. Маршинин, 2001). Такие исследования необходимы для разработки и внедрения эффективных методов охраны природы. В решении глобальных проблем современности, улучшении качества жизни людей, оптимизации антропогенных нагрузок на экосистемы, организации рационального природопользования ведущее место принадлежит экологии.

Вопросы для самопроверки

1. Что понимают под экологической безопасностью?
2. Обоснуйте, почему невозможно достижение абсолютной степени экологической безопасности.
3. Приведите примеры экологических опасностей.
4. Что такое экодиагностика?
5. Охарактеризуйте экологически острые ситуации какого-либо региона (по выбору обучающегося).
6. Приведите примеры региональных и глобальных экологических катастроф.

4.2. Задания для реферативных работ

Реферат – краткое письменное или публичное изложение научных (литературных) сведений на заданную тему. Как правило, не предусматривает самостоятельные научные результаты. Реферативная работа способствует приобретению навыков анализа научной литературы, информационных (картографических) источников, овладению основами научного исследования, дает возможность обучающемуся приобрести опыт построения, изложения и структуры письменной работы, а также правил наглядного иллюстративного и библиографического оформления результатов научно-практических исследований.

Цель реферата – обзор научной (практической) проблемы, высказывание имеющих место точек зрения учёных (специалистов) в области экологии животных и сопоставление их с собственной оценкой.

Задачи – обобщение достигнутого другими научного (практического) уровня, самостоятельное изложение проблемы, обоснование собственного мнения.

Структура:

- титульный лист;
- содержание (план);
- текстовая часть (введение, основная часть, заключение или выводы);
- список использованной литературы и информационных (иных) источников;
- приложение (карты, таблицы, схемы, графики, рисунки, диаграммы, фотографии, именной, тематический или географический указатель, словарь терминов и др.).

Примерный объём реферативной работы 15–20 листов.

Оформление:

Работа выполняется в книжном формате на вертикально расположенных листах, на одной стороне. Формат А4 (297 × 210 мм) с полуторным межстрочным интервалом, шрифт Times New Roman 14 кегль. Поля: слева – 30 мм, справа – 15 мм, сверху и снизу – по 20 мм. Абзацы должны иметь отступ от начала текста на 4-й знак. Страницы реферата следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляется в правом верхнем углу без точки. Иллюстрации и таблицы включают в общую нумерацию. Приложения в объём реферата не входят, но страницы нумеруются, чтобы можно было сослаться на них в тексте. Титульный лист не нумеруется.

Ход работы по подготовке реферата:

- выбор темы определяется её актуальностью, интересом автора, доступностью имеющихся литературных и информационных источников;

- библиографический поиск предполагает умение студента использовать алфавитный, систематический и предметный каталоги библиотечных фондов, библиографические указатели, обзоры периодики и научных (иных) журналов, использование подстрочных ссылок и списков литературы;

- далее производится изучение отобранных литературных (иных) источников и их конспектирование, определяется последовательность, формируется мнение составителя, анализируется прочитанный текст, создается тезисная формулировка основных разделов;

- составляется план на выбор составителя: учитывается хронологический или проблемный принцип;

- во введении обосновывается актуальность темы, формулируются цель и задачи реферата, даются основные вопросы и раскрывается краткая характеристика использованных литературных (иных) источников;

- в основной текстовой части описываются все пункты плана, необходимо сохранить логическая связь между ними и выдержать последовательность перехода от одного раздела к другому. Каждый раздел должен завершаться кратким выводом;

- в заключении обобщаются изложенные данные, формулируются общие выводы, предусматривающие различные точки зрения, выделяется идея, более соответствующая мнению автора и высказывается личное отношение к ней.

Написание реферата:

- черновой вариант рекомендуется редактировать через 2–3 дня после написания и последующего осмысления работы. Текст излагается своими словами, дословное переписывание источников не допускается, как и изложение от первого лица. Необходимо соблюдать культуру текста, грамотность и стилистику. Произвольные сокращения не допускаются, кроме общепринятых, обязательны ссылки на авторов идей, положений, терминов. Необходимо высказать и осмыслить объективную позицию составителя. При упоминании терминов их значение объясняется в скобках или в сноске. Библиографические ссылки используются при цитировании, при заимствовании статистических (иных) данных, таблиц, иллюстраций, при необходимости включаются отсылки к другому изданию, где вопрос изложен более конкретно. Ссылки могут быть внутритекстовыми, подстрочными или затекстовыми. Их размещают в примечании в конце главы или после завершения основного текста. В ссылках не указывается издательство и приводится только страница (ы) откуда взята информация. Цитирование дается с применением кавычек, искажения текста не допускаются. Пропущенные слова заменяются многоточием. Возможна передача содержания цитаты своими словами с указанием «См.:». Если цитата приводится не по первоисточнику, а с другого источника, необходимо указать в подстрочном примечании «Цит. По:».

Использование электронных ресурсов: к ним рекомендуется относиться критически, так как их достоверность не всегда гарантирована. Лучше ссылаться на источники электронной версии и избегать ссылок на информацию частных сайтов. Библиографическое описание электронного Интернет - ресурса включает:

- автора;
- дату публикации;
- наименование документа;
- адрес сайта;
- полный путь к документу;
- последнюю дату использования ресурса.

Составление списка использованной литературы: список литературы должен включать не менее 7–10 источников, непосредственно использованных в реферате и расположенных по алфавиту (по фамилии (ям) авторов или заглавию (ям) – для сборников трудов (материалов), коллективных монографий и т.д.).

Приложение: содержит материал, не вошедший в основной текст работы. Приложения нумеруются арабскими цифрами, должны иметь название и ссылку на источник.

По курсу «Экология животных» обучающемуся рекомендуется выполнить две реферативные работы. Они могут быть посвящены экологическим системам, глобальным или

региональным проблемам экологии, природоохранному законодательству, состоянию и методам защиты окружающей среды (животного мира) конкретной территории и др.

Примерные темы рефератов

1. Развитие экологии в разные периоды цивилизации.
2. Развитие экологии в эпоху Великих географических открытий.
3. Вклад В.В. Докучаева, Л.С. Тролля и других учёных в развитие экологии.
4. Значение теории естественного отбора для экологии.
5. Проблемы современной экологии.
6. Абиотические и биотические факторы.
7. Влияние экологических факторов на организмы.
8. Лимитирующие факторы.
9. Экологическая пластичность – возрастные половые, социальные, видовые особенности.
10. Возможности адаптации организмов.
11. Гомеостаз (сохранение постоянства внутренней среды организма).
12. Источники энергии для организмов.
13. Пространственная, этологическая, демографическая структура популяций животных региона (не менее 3 видов).
14. Трофические отношения между организмами.
15. Образование и развитие популяций.
16. Динамические характеристики популяции.
17. Биоценозы, состав и структура.
18. Представление об экологической нише.
19. Конкуренция и распространение видов в природе.
20. Взаимоотношения организмов в пищевых цепях.
21. Определение понятия «экосистема».
22. Механизмы саморегуляции в экосистемах.
23. Основные этапы использования вещества и энергии в экосистемах.
24. Круговороты вещества и энергии в экосистемах.
25. Трофические уровни. Первичная продукция.
26. Чистая и валовая продукция.
27. Динамика биомассы. Биопродуктивность.
28. Видовое разнообразие.
29. Динамика сообществ во времени.
30. Развитие экосистем: сукцессия.
31. Сериальные и климаксовые сообщества.
32. Антропогенное воздействие на экосистемы.
33. Биоразнообразие как ресурс биосферы.
34. Управление охраной природы в России.
35. Проблемы, связанные с воздействием человека на биосферу.

4.3. Курсовая работа

Курсовая работа – самостоятельное исследование обучающегося, посвященное актуальным проблемам экологии животных. Направлена на овладение методов научного исследования, на углубление и систематизацию теоретических знаний, на формирование способности анализировать и обобщать опыт исследовательской работы, должна совмещать науку с практикой. Тематика курсовых работ может учитывать специфику научных исследований выпускающей кафедры, а также иметь профессиональную направленность.

Цель курсовой работы – закрепление теоретических знаний, умений и профессиональных навыков.

Задачи – обобщение и систематизация исследовательских данных, формирование и совершенствование навыков самостоятельной учебной и научно-исследовательской работы, подбор, описание и анализ литературных источников, их знание и высокий уровень осмысления.

Структура: курсовая работа включает стандартный титульный лист, состоит из введения, основных разделов, заключения, списка использованной литературы и приложений.

Примерный *объем* курсовой работы 25–30 листов.

Оформление: требования к оформлению курсовой работы те же, что и для реферата.

Этапы подготовки курсовой работы:

- 1) Выбор темы, обоснование актуальности, определение научно-практической значимости.
- 2) Изучение и отбор литературных (иных) источников.
- 3) Составление плана работы.
- 4) Написание тезисов основных разделов.
- 5) Корректировка тезисов научным руководителем.
- 6) Написание всего текста.
- 7) Оформление иллюстраций и приложения.
- 8) Подготовка презентации.
- 9) Предзащита курсовой работы.
- 10) Устранение замечаний, высказанных научным руководителем и другими преподавателями на предзащите.
- 11) Защита курсовой работы.

Примерный план курсовой работы:

1) Введение (содержит краткое обоснование выбранной темы, актуальность, теоретическую и практическую значимость, объект, предмет, гипотезу, цель и задачи, описание экспериментальной базы и методов исследования).

2) Основная часть, в которой излагаются теоретические основы, дается историческая справка изучаемого вопроса. По соответствующим разделам (подразделам) описывается аналитический обзор по выбранной теме, методики исследования, полученные результаты проделанной работы, степень достижения поставленной цели и полноты решения обозначенных задач. Название разделов и подразделов должно быть конкретным, содержательным, отражать основную идею, поставленную на изучение. Каждый раздел завершается соответствующими выводами.

3) Заключение (приводятся итоги работы, обосновываются выводы, даются рекомендации. Заключение должно быть кратким, четким и соответствовать поставленным задачам.

4) Список использованной литературы (не менее 15–20 источников) оформляется с новой страницы в соответствии с общепринятыми требованиями.

5) Приложение (необходимо для теоретического подтверждения отдельных положений выполненной работы; в приложение включается картографический, статистический и др. материал, планы, схемы, фотографии, рисунки, тесты и другой эмпирический материал).

Примерная тематика курсовых работ

1. Характеристика системы экологических наук.
2. Экологические факторы и их значение в природе и хозяйственной деятельности человека.
3. Адаптационные возможности животных.
4. Характеристика и влияние экологических факторов на рост и развитие животных (выбрать какое-либо одно семейство или экологическую группу).
5. Гетеротрофность и локомоция – основные экологические характеристики животных.
6. Биокommunikация и ориентация животных в среде.
7. Гомеостатические механизмы в организме животных.
8. Адаптивные биологические ритмы организмов.

9. Характеристика структуры популяций и их динамики.
10. Демографическая структура популяций, популяционный анализ.
11. Эколого-географическая характеристика животных на примере какого-либо региона или района (по выбору обучающегося).
12. Особенности экологических ниш животных какого-либо региона или района (по выбору обучающегося)
13. Дифференциация экологических ниш животных на примере какого-либо семейства или отряда (по выбору обучающегося).
14. Биологическое разнообразие и методы его оценки.
15. Современное состояние биоразнообразия какого-либо региона или района (по выбору обучающегося) и проблемы его охраны.
16. Видовое разнообразие и ранговое распределение обилия.
17. Проблемы охраны животных региона.
18. Методы оценки ущерба (вреда) разных групп животных.
19. Структура и энергетика экосистем.
20. Функции биосферы в эволюции Земли.
21. Биосфера и человек. Ноосфера.
22. Экологические аспекты хозяйственной деятельности человека.
23. История развития взаимоотношений человека с окружающей природной средой.
24. Основные экологические проблемы и их влияние на экосистемы разного уровня.
25. Экология как научная основа рационального природопользования и охраны природы.

Примерные вопросы к зачёту

1. Определение экологии, предмет и объект изучения, система экологических наук.
2. Краткая история экологии.
3. Вклад крупнейших учёных-экологов (Э. Геккеля, Д. Аллена, К. Мёбиуса, Н.А. Северцова, А.Н. Бекетова, В.Н. Сукачева и др.) в развитие экологии.
4. Экология животных на современном этапе развития.
5. Методологические подходы и принципы, используемые в экологии животных.
6. Задачи экологии животных.
7. Среда обитания, основные среды жизни.
8. Водная среда обитания.
9. Наземно-воздушная среда обитания.
10. Почвенная среда обитания.
11. Живые организмы как среда обитания.
12. Экологические факторы среды, их классификации.
13. Закон оптимума, экологическая валентность организмов.
14. Правило ограничивающего (лимитирующего) фактора, закон толерантности Шелфорда.
15. Электромагнитные поля, свет, звуковые волны как экологические факторы.
16. Температура как экологический фактор.
17. Правила (законы) Бергмана и Аллена.
18. Вода и влажность как экологические факторы.
19. Основные пути приспособления животных к среде.
20. Адаптивные биологические ритмы организмов. Фотопериодизм.
21. Пути воздействия животных на среду обитания.
22. Приспособительные формы организмов. Конвергенция. Жизненная форма.
23. Характеристика жизненных форм рыб.
24. Характеристика жизненных форм амфибий и рептилий.
25. Характеристика жизненных форм птиц.
26. Характеристика жизненных форм млекопитающих.
27. Характеристика жизненных форм беспозвоночных животных.
28. Понятие о популяции.

29. Основные характеристики популяций.
30. Типы популяций (классификации популяций разных авторов).
31. Рост численности популяций и механизмы её регуляции, экологические стратегии видов (*r*-стратегия и *K*-стратегия).
32. Экологическая структура популяций.
33. Половая структура популяций.
34. Возрастная структура популяций.
35. Пространственная структура популяций.
36. Понятие о биоценозе. Структура биоценоза. Экологическая ниша.
37. Биотические связи и типы взаимодействия организмов.
38. Законы и следствия пищевых отношений.
39. Законы конкурентных отношений в природе. Законы (правила) Гаузе и Тинеманна.
40. Сукцессии.
41. Понятие об экосистеме и биогеоценозе.
42. Структура и энергетика экосистем. Правило (закон) Линдемана.
43. Биологическое разнообразие и методы его оценки.
44. Проблемы использования животных, как биологического ресурса.

4.4. Выпускная квалификационная работа

Выполнение выпускной квалификационной (бакалаврской) работы (ВКР) является важным этапом учебного процесса и носит характер самостоятельного научного исследования или содержит элементы научного исследования. Выпускник должен проявить способность к творческому поиску, научной работе на основе полученных знаний, показать умение обобщать и анализировать собственные результаты исследований, выявлять научные подходы и разрабатывать необходимые рекомендации.

Тема ВКР должна быть актуальной, соответствовать современному уровню развития науки или практики.

Цель выпускной работы – определить теоретический уровень подготовки выпускника и его умение творчески использовать полученные знания во время обучения в решении конкретных исследовательских задач.

ВКР должна показать достаточно высокий уровень общенаучной и специальной подготовки студента, а также выявить владение методологией исследования применительно к конкретной проблеме.

Выпускная работа может быть выполнена как по отдельной специальной дисциплине, так и в виде комплексного исследования по двум и более дисциплинам в соответствии с профилем обучения выпускника.

Общими требованиями к ВКР являются:

1. Целевая направленность.
2. Четкость построения.
3. Логическая последовательность изложения материала.
4. Глубина исследования и полнота освещения вопросов.
5. Убедительность аргументаций.
6. Краткость и точность формулировок.
7. Конкретность изложения результатов работы.
8. Доказательность выводов и обоснованность рекомендаций.
9. Грамотность оформления.

Выполнению выпускной работы помогают:

- преемственность реферативных и курсовых работ;
- координация заданий по выполнению курсовых работ по смежным дисциплинам;
- использование результатов учебных практик.

Курсовая и выпускная работы, как правило, связаны между собой. Выпускная работа должна быть дальнейшим творческим развитием курсовой работы путем углубления и конкретизации исследований.

Тема ВКР, этапы её выполнения и контроль определяются «Положением о выпускной квалификационной работе».

Заблаговременно, до начала работы государственной экзаменационной комиссии (ГЭК) выполнение выпускной работы должно быть завершено. Исполнитель сдаёт рукопись на проверку научному руководителю, который должен с ней ознакомиться и дать отзыв о деятельности выпускника в ходе выполнения выпускной работы. Затем выпускная работа передаётся рецензенту. В сроки, установленные кафедрой, выпускник обязан пройти промежуточную аттестацию и получить допуск к защите.

Бакалаврская работа представляется в печатном и электронном виде. Объём ВКР должен составлять 50–60 страниц компьютерного текста, включая таблицы, рисунки, список информационных источников и оглавление.

В выпускной работе выделяются следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- основное содержание работы, состоящее обычно из 2–3 глав;
- заключение;
- список литературы (библиографический список);
- приложения (если есть необходимость).

В оглавлении указываются главы, разделы и постраничные указатели данной работы.

Введение содержит четкое и краткое обоснование выбора темы выпускной работы, её актуальность, постановку цели и задач, определение объекта исследования, описание использованных при работе методик, сведения об апробации работы или ее фрагментов: конференции, публикации, практика, семинары, выставки и т.п. Во введении, на основе критического анализа литературы, характеризуется состояние изученности проблемы. Однако, чтобы излишне не расширять объем введения, обзор литературных и других источников и развернутая характеристика состояния изучаемой проблемы включаются в первую главу.

В основной части выпускной работы, содержащей как правило две последующие главы, излагаются теоретические основы и состояние исследований по поставленной проблеме, описываются проведенные выпускником наблюдения и эксперименты, полученные результаты, дается всесторонний и объективный анализ собранного фактического материала, делаются обобщения, описание объектов ведется по определенному плану. В конце каждой главы автор формулирует краткие выводы. В тексте следует помещать необходимый графический и иллюстративный материал в виде карт, схем и фотографий, не перегружая им основную часть работы. По усмотрению автора, наглядный материал может быть вынесен в приложение.

Разделы должны быть соединены друг с другом последовательностью текста, т.е. должна сохраняться смысловая логичность. Каждая глава начинается с новой страницы. Методическая часть требуется во всех выпускных работах.

В объеме ВКР, кроме текстовой её части, входит графический и иллюстративный материал, который готовится и оформляется одновременно с составлением черновика работы. Материал этот может быть вспомогательного характера, однако в некоторых работах ему может принадлежать основная роль, а текст используется как пояснительное средство. Особенно это касается картосхем, которые зачастую являются результатом исследовательской работы по биологии.

Заключение содержит итоги работы, важнейшие выводы, отвечающие на поставленные задачи; указывается теоретическая значимость результатов исследований, возможность их применения в практической деятельности выпускника. Важнейшее требование к заключению – краткость и обстоятельность, не следует повторять содержание введения, основной части работы и выводы, сделанные по главам.

Библиографический список, приводимый в выпускной работе, свидетельствует об объеме использованных дипломником литературных источников, уровне изучения состояния исследуемой проблемы и навыках работы с научной литературой. Список использованной литературы, как правило, составляется в алфавитном порядке по фамилиям авторов или названиям произведений при отсутствии фамилий авторов. В список включаются все

использованные автором выпускной работы литературные источники, независимо, где они опубликованы в отдельном издании, в сборнике, журнале, газете и т.д. Обычно их количество должно быть не менее 20–25 наименований.

Приложение оформляются на отдельных листах, причем каждое должно иметь свой тематический заголовок и в правом верхнем углу надпись «Приложение» с указанием порядкового номера. Некоторые приложения, содержащие тексты вспомогательного характера, коллекции, могут быть представлены в отдельной тетради, папке, в виде картотеки и т.п.

Рекомендуется размещать иллюстрации на отдельных листах, а не в промежутках между текстом. При таком размещении иллюстративного, а также графического материала, отдельные рисунки, чертежи, схемы, графики, диаграммы и др. могут выполняться независимо от подготовки чернового текста дипломной работы. На одном листе возможно размещение нескольких иллюстраций небольшого размера. Все иллюстрации, помещенные в тексте работы, имеют общую нумерацию (арабскими цифрами) и обозначаются словом «Рис.» с указанием номера рисунка, если их два и более. В случае, если ссылка делается на иллюстрации, которые уже упоминались ранее, то добавляют слово «смотри» с указанием страницы, на которой была помещена данная иллюстрация, например: «см.: Рис.5, с.12».

Аналогичные обозначения употребляются и для имеющихся в выпускной работе таблиц, в которые сводится соответствующий цифровой материал. При этом обязательно указывается надпись «Таблица» и ее порядковый номер, если их две и более, а также заголовок, кратко выражающий содержание таблицы.

В тексте не рекомендуется излагать материал от первого лица, используют безличную форму: «... на основе проведенных наблюдений можно сделать вывод ...» и т.п. При написании работы следует учитывать некоторые технические детали оформления, касающиеся, например, правил цитирования и т.п., текст цитаты заключается в кавычки и приводится в той грамматической форме, в какой он дан в источнике, с сохранением особенностей авторского написания. Каждая цитата должна сопровождаться постраничной ссылкой на источник.

После окончательного согласования чернового варианта текста с руководителем и консультантом ВКР автор приступает к её окончательному оформлению. Чистовой вариант работы выполняется на компьютере (через 1,5 интервала) на одной стороне листа формата А4. Размеры полей: слева – 30 мм, сверху – 25 мм, справа – 10 мм, снизу – 20 мм. Рамка для текста на листах не делается. Нумерация листов, начиная со второго, указывается сверху на середине листа, включая приложение. Титульный лист не нумеруется.

Защита выпускной работы производится на заседании ГЭК. На защите выпускник представляет демонстрационный материал в виде карт, таблиц, схем, коллекций и образцов, делает сообщение о выполненной работе (10–15 мин) и отвечает на вопросы членов ГЭК и присутствующих.

В своем выступлении выпускник должен отразить:

1. Актуальность темы.
2. Теоретические и методические положения, на которых базируется выпускная работа, обоснование новизны.
3. Результаты проведенных исследований.
4. Конкретные предложения по решению поставленной проблемы или совершенствованию процессов с обоснованием возможностей их практической реализации в учреждении, на предприятии, экономический, социальный или экологический эффект.

Выступление не должно включать теоретические положения, заимствованные из литературных или нормативных документов, потому что они не являются предметом защиты. Особое внимание необходимо сосредоточить на собственных материалах.

В процессе выступления необходимо корректно использовать наглядные пособия. Они используются для доказательности выводов и предложений выпускника. Следует помнить: наглядные пособия при защите необходимы студенту, а не членам ГЭК.

После выступления дипломника, оглашения отзыва руководителя, а также внешней рецензии, выпускник отвечает на заданные ему вопросы и замечания научного руководителя, рецензента, председателя и членов ГЭК, а также присутствующих на защите.

По окончании публичной защиты выпускной работы, на закрытом заседании ГЭК обсуждаются и оцениваются её результаты, принимается решение о присвоении выпускнику соответствующей квалификации.

Оформление библиографического списка

Оформление списка литературы производится по правилам библиографического описания.

Описание издания одного автора

Добровольский, В.В. Геология : учебник для вузов [Текст] / В. В. Добровольский. – М. : ВЛАДОС, 2001. – 320 с.

Описание издания с несколькими авторами (2–3 автора)

Второв, П.П., Дроздов Н.Н. Биogeография: учебник для вузов [Текст] / П.П. Второв, Н.Н. Дроздов. – М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2001. – 304 с.

Описание издания с несколькими авторами (от 4–х авторов) (сборники статей, коллективные монографии, официальные документы и т.д.).

Проблемы рекреационного природопользования [Текст]: сборник научных статей / Бийский пед. гос. ун-т им. В. М. Шукшина; отв. ред. С.В. Попов. – Бийск: БПГУ им. В.М. Шукшина, 2005. – 125 с.

Описание методических рекомендаций

Экологическое право [Текст]: методические рекомендации / Сост.: Д.С. Орлов, И.С. Дубинин; Бийский пед. гос. ун-т им. В. М. Шукшина. – Бийск: БПГУ им. В.М. Шукшина, 2009. – 36 с.

Описание статьи в сборнике

Попов, С.В. Физико-географические факторы развития рекреации в низкогорьях и предгорьях Алтая [Текст] / С.В. Попов // Проблемы рекреационного природопользования: сборник научных статей / Бийский пед. гос. ун-т им. В. М. Шукшина. – Бийск: РИО БПГУ им. В. М. Шукшина, 2007. – С. 30–37.

Описание изданий под редакцией

Родионова И.А. Экономическая география и региональная экономика : учебное пособие для вузов / И.А. Родионова. – М.: Московский Лицей, 2000. – 288 с.

Описание статьи в журнале

Калюжная, И.Ю. Природный парк Эльтонский и его роль в оптимизации природопользования региона [Текст] / И.Ю. Калюжная // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2007. – № 4. – С. 55–59.

Описание статьи из газеты

Евланова, В. Солёная вода [Текст] / В. Евланова // Медицинская газета. – 2001. – 18 января (№ 24).

Если документ, в котором помещена составная часть, – периодический (журнал, газета), то место его публикации не указывают, за исключением случаев, когда это необходимо для идентификации документа.

Майоров, И.С. Кадастровые оценки береговой зоны дальневосточных морей России [Текст] / И.С. Майоров // География и природные ресурсы. – Новосибирск: ГЕО, 2007. – № 2. – С. 139–143.

Вершинская, О.Н. Гуманитарный подход к проблеме информатизации [Текст] / О.Н. Вершинская // НТИ. Сер. 2. – 1995. – № 4. – С. 1–4.

Описание стандартов

ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления [Текст]. Введ. 01.07.2004. – М.: Издательство стандартов, 2004. – 47 с.

Описание авторефератов диссертаций

Чипура, С.В. Тофаларский заказник в системе ООПТ Алтае-Саянского региона (природная среда, формы хозяйственной деятельности, этно-ландшафтный туризм) [Текст]:

автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.23 / С.В. Чипура; Алтайский гос. ун-т. – Барнаул, 2007. – 22 с.

Описание диссертаций

Дирин Д.А. Оценка пейзажно-эстетических ресурсов горных ландшафтов в целях оптимизации рекреационного природопользования (на примере Усть-Коксинского района Республики Алтай [Текст] : дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36: / Дирин Денис Александрович. – Барнаул, 2006. – 145 с.

Описание депонированных научных работ

Баркан, Н.А. Управление персоналом [Текст]: Учебное пособие для студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения / Н.А. Баркан, Н.И. Козлова; МГОУ. – М., 2001. – 201 с. Деп. во ВНИИТЭИагропром 09.04.02; № 35.

Описание архивных материалов

Информация Госиздата Совнаркому Украины о распространении книги на местах, 9 авг. 1923. – Центр. гос. арх. Окт. Революции УССР, ф. Р-2, оп. 2, д. 921, л. 25–25.

Описание видеоизданий

Медвежье царство [Видеозапись] / реж. Андрей Седов; Дивиди Лэнд. – М.: ЛАЗЕР-ВИДЕО Мультимедиа, 2006.

Описание электронного ресурса

Организационно-технологические принципы сохранения машиночитаемых ресурсов [Электронный ресурс]. – Электрон. Текстовые, граф., зв. дан. и прикладная прогр. (28304 bytes). – М.: ГПНТБ РФ, 2000. – Режим доступа <http://www.gpntb.ru/win/korppro/2/index.html> Tuesday, 18 Apr 2000 09:31:34.

Описание зарубежных изданий

Библиографические сведения об иностранных источниках указывают в описании в том виде, в каком они даны в источнике информации. Размещать иностранные источники целесообразно после русских в алфавитном порядке (нумерация сквозная).

Примерная тематика выпускных квалификационных работ

1. Факторы среды и их значение в жизни животных.
2. Среда обитания животных.
3. Эколого-морфо-физиологические приспособления животных.
4. Территориальные группировки, происхождение, свойства, изолированность.
5. Живые организмы как среда обитания.
6. Жизненные формы животных.
7. Адаптивные биологические ритмы организмов.
8. Биологическая структура популяций животных.
9. Этологическая структура популяций животных.
10. Динамика популяций животных.
11. Биотические отношения в биоценозах.
12. Биологическая продуктивность экосистем.
13. Значение животных в природе и экономике.
14. Виды воздействия человека на животных.
15. Общие причины колебаний численности животных.
16. Популяционные механизмы адаптации животных.
17. Экологические основы рационального использования биологических ресурсов.
18. Пути рационального ведения хозяйства в целях охраны редких видов животных.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

Абиотические факторы – неживые (неорганические) элементы или свойства среды, процессы и явления в ней, определяющие развитие и особенности экосистем в целом и их компонентов (например, химический состав атмосферы, морских и пресных вод; температура среды, влажность, давление, радиационный режим и др.).

Автотрофы – самопитающиеся, то есть живые организмы, сами производящие органические вещества из простых минеральных соединений в процессе фотосинтеза (растения и бактерии) или хемосинтеза (бактерии).

Адаптация – процесс приспособления организма, популяции или сообщества к условиям внешней среды.

Аменсализм – форма взаимоотношений между двумя видами, при которой для одного из двух взаимодействующих видов последствия совместного обитания отрицательны, в тоже время другой не получает от них ни вреда, ни пользы.

Анабиоз – такое состояние организма, при котором происходит приостановка всех жизненных процессов.

Анализ риска – исследования, направленные на определение сущности и вероятности риска, возникающего при функционировании природных и техногенных систем, осуществлении какого либо проекта или проведении данной политики.

Анаэробы – организмы, способные жить и развиваться в бескислородной среде.

Антагонизм – непримиримое, острое противоборство организмов.

Антропогенные (антропические) факторы – виды или результаты деятельности человека, оказывающие прямое или косвенное воздействие на окружающую среду, компоненты экосистем или экосистемы в целом. В.А. Радкевич (1997) считает термин «антропогенные факторы» неправильным и заменяет его в своих работах на «антропические факторы», что, вобщем-то, действительно правильное, но в большинстве русскоязычной экологической литературы, по традиции, используется термин «антропогенные факторы».

Ареал – территория суши или акватория, на которой распространена определенная систематическая группа живых организмов (вид, род, семейство, отряд и т.д.).

Ареалогия – наука об ареалах растений и животных. Важный раздел биогеографии.

Ассоциация биотическая – тип биоценоза или объединение биоценозов. В подавляющем большинстве случаев соответствует ассоциации.

Атмосфера – воздушная оболочка Земли, принимающая участие в ее суточном и годовом вращении. Атмосфера состоит из смеси ряда газов (в основном азот, кислород, аргон), в которой взвешены пыль, капельки воды, кристаллы льда, мелкие живые организмы (бактерии, цисты простейших и т.д.) и др.

Аутэкология (аутоэкология) – раздел экологии, изучающий взаимоотношения организма с окружающей средой. В отличие от демэкологии и синэкологии, сосредоточенных на изучении взаимоотношений со средой популяций и экосистем, состоящих из множества организмов, исследует индивидуальные организмы на стыке с физиологией. Данный термин ныне считается устаревшим, а предмет раздела полагают неотличимым от такового демэкологии. Это связано с тем, что уровнем организации живого, на котором возможно изучение взаимодействия со средой, считают популяцию организмов определенного вида..

Аэробиионты – организмы, живущие в среде, содержащей кислород.

Безотходная технология – технология, обеспечивающая получение продукта без отходов (или с малыми отходами) – экологическая стратегия любого производства; включает комплекс мероприятий: утилизацию выбросов, комплексное использование сырья, организацию производств с замкнутым циклом (без сброса сточных вод и выбросов в атмосферу вредных веществ).

Биогеоценоз – общность биоценоза и основных (горная порода, гидрология, местный климат), а также преобразованных им (почва, фитоклимат) свойств экотопа. Биогеоценоз имеет свои особенности взаимодействия всех этих компонентов и определенный тип обмена веществ и энергии. Биогеоценоз – ранговое понятие, это экосистема, в которой её автотрофный блок –

фитоценоз служит маркером ее границ, т.е. биогеоценоз – это экосистема, рассматриваемая в рамках растительного сообщества (фитоценоза).

Биогеоценология – наука о биогеоценозах. Учение о биогеоценологии основано В.Н. Сукачевым.

Биологическая продуктивность – результат жизнедеятельности экосистемы, органическое вещество (биомасса), которое продуцируют за единицу времени входящие в её состав организмы.

Биологическая цепочка – естественные пути миграции радионуклидов в биосфере, ведущие к поступлению их из окружающей среды в живые организмы.

Биологическое равновесие – состояние экосистемы, когда сохраняется её население и продуктивность.

Биологическое потребление кислорода – количество кислорода, потребляемое организмами за единицу времени.

Биологический вид – генетически единая группа свободно скрещивающихся в природных условиях особей (индивидов), образующая географически или экологически близкие популяции.

Биом – совокупность популяций растений и животных как производящих и потребляющих членов климакса или экосистемы.

Биомасса – выражаемое в единицах массы или энергии количество живого функционирующего вещества тех или иных организмов, приходящееся на единицу площади или объема.

Биометрические методы – изучение морфологии и биологии организмов, численности их популяций и различных проявлений жизнедеятельности в биоценозах путем массовых измерений признаков, свойств и явлений с последующей математической (вариационная статистика) обработкой всех этих материалов.

Биосфера – живая оболочка Земли, включающая организмы (более 3 млн. видов), их остатки, нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы, населенные и видоизмененные организмами; в состав биосферы входят живое, биокосное и косное вещества; возникла около 4 млрд. лет назад.

Биосферная экология – раздел экологии, изучающий глобальные изменения, происходящие на планете в результате воздействия хозяйственной деятельности человека.

Биота – исторически сложившийся комплекс живых организмов, обитающих на какой-нибудь крупной территории, изолированными любыми барьерами распространения.

Биотические факторы – элементы или свойства среды, процессы и явления в ней, обусловленные деятельностью живых организмов, определяющие развитие и особенности экосистем в целом и их компонентов.

Биотоп – естественное жизненное пространство определенного биоценоза, совместно с которым он образует экосистему.

Биоценоз – часть биогеоценоза, совокупность живых организмов (растений, грибов, животных, микроорганизмов).

БПК (биохимическое потребление кислорода) – количество кислорода, необходимое для окисления находящихся в воде органических веществ в аэробных условиях в результате происходящих в воде биологических процессов.

Влагоёмкость почвы – предельное количество воды, которое почва способна удержать. *Полная влагоемкость почвы* – максимальное количество воды, которое может содержаться в почве при положении водного зеркала на одном уровне с поверхностью почвы, когда весь почвенный воздух замещен водой. *Капиллярная влагоемкость почвы* – количество воды, которое почва может удерживать за счет капиллярного поднятия над уровнем свободной водной поверхности. *Наименьшая полевая влагоемкость почвы* – то количество воды, которое почва может задерживать, когда зеркало свободной водной поверхности лежит глубоко и залегающий над ним слой капиллярного насыщения не достигает корнеобитаемого слоя почвы.

Водный режим почвы – совокупность явлений, определяющих поступление, передвижение, расход и использование растениями почвенной влаги.

Воздушный режим почвы – совокупность явлений, связанных с поступлением и поведением воздуха в почве, зависит от окружающей среды, жизнедеятельности растений и микроорганизмов.

Встречаемость – степень частоты нахождения определенного вида в биоценозе. Определяется учетом видов на более или менее большом количестве пробных (учетных) площадок ($0,1-1,0 \text{ м}^2$) и выражается процентом площадок с участием вида. Условно обозначается буквой R (по имени введшего это понятие С. Raunkier). Виды, имеющие $R > 80$ (90)%, называются константными видами. Встречаемость видов в сообществах часто выражают в виде кривых встречаемости.

Гетеротрофы – организмы, использующие в качестве источников питания и энергии вещества, созданные другими организмами. Гетеротрофами являются все животные, грибы, многие микроорганизмы и некоторые растения. В экосистемах они относятся к группе консументов.

Гидросфера – прерывистая водная оболочка Земли, представляющая совокупность вод океанов, морей и водных объектов суши (рек, озер, болот, подземных вод), включая скопления воды в твердой фазе (снежный покров, ледники).

Гидрофиты – водные (гидрофильные) растения, свободно плавающие или укореняющиеся на дне водоема и полностью погруженные в воду (иногда с плавающими на поверхности листьями или выставленными над водой соцветиями).

Гомеостаз – способность организма или системы поддерживать устойчивое равновесие, стабильное состояние в изменяющихся условиях среды.

Детритная пищевая цепь – пищевая цепь, первым звеном которой является мертвое органическое вещество, поедаемое детритофагами, служащими, в свою очередь, пищей для хищников.

Денитрификаторы – микроорганизмы, разлагающие оксиды азота на кислород и азот.

Детритофаги – организмы, питающиеся мертвым органическим веществом (личинки некоторых насекомых, многие рыбы, дождевые черви, многие бактерии и др.).

Дисперсия популяции – регулярное покидание частью особей обжитых ареалов и заселение соседних территорий, не занятых видом.

Дыхание – основная жизненная функция организмов, процесс, направленный на разрушение органических веществ с целью получения энергии, необходимой для жизнедеятельности организмов.

Заказники – участки территории (акватории) на которых постоянно или в определенные сезоны года охраняются отдельные виды животных, растений или часть природного комплекса. Допускается хозяйственное использование остальных природных ресурсов при условии, если оно не наносит ущерба охраняемому объекту или комплексу. Создаются для восстановления или увеличения видов животных и растений.

Закон терпимости – численность организмов лимитируется необходимым условием существования, полученным в наименьшем, по сравнению с потребителями, количестве в критический период или в особо неблагоприятный год.

Заповедники – высшая форма охраны природных ландшафтов. В заповеднике подлежат охране все территории и акватории, природные тела и взаимосвязи между ними, запрещена всякая хозяйственная деятельность. Основное назначение заповедника – служить эталоном природы.

Зоофилия – опыление растений животными: млекопитающими, птицами, насекомыми, моллюсками.

Зональность – основная ботанико-географическая закономерность размещения растительности, почв и животного мира в связи с преимущественно широтным распределением на поверхности Земли солнечного тепла. Зональность нарушается горными поднятиями, на которых проявляется вертикальная поясность.

Инбридинг – близкородственное скрещивание в размножающейся популяции.

Инвазия – вселение в сообщество новых для него видов.

Индикатор – 1. Физическое явление, химическое вещество или организм, наличие, количество или перемена состояния которого указывает на характер или изменение свойств окружающей среды.

2. Растения, животные или другие живые организмы, определяющие условия внешней среды.

Интродукция – переселение видов организмов за пределы их ареалов, проводимое человеком преднамеренно или случайно.

Кислотность почвы (рН) – концентрация ионов водорода в почвенном растворе (активная или актуальная кислотность) и в почвенном поглощающем комплексе (потенциальная кислотность), один из важнейших агрохимических показателей. Свойство почвы, обусловленное наличием водородных ионов в почвенном растворе и обменных ионов водорода и алюминия в почвенном поглощающем комплексе.

Климат – высшая ступень развития сообщества.

Клон – небольшая популяция, представленная потомством одной особи.

Ключевой участок – площадка, на которой проводятся наблюдения по программе экологического мониторинга.

Комменсализм – взаимоотношения между двумя видами, когда один питается остатками пищи другого, не нанося ему никакого ущерба.

Конкуренция – антагонистические отношения между организмами или видами, связанные с борьбой за пищу, пространство и другие ресурсы.

Консорция – группа видов животных и растений, более или менее тесно связанных с одним из индивидуумов, а в общем значении – с целой популяцией какого-либо вида растений или животных. Консортивные связи, прежде всего, выражаются в отношениях паразитизма и в очень разнообразных формах симбиоза.

Консументы – живые организмы (животные, грибы, многие микроорганизмы и некоторые растения), питающиеся готовым органическим веществом, произведенным продуцентами.

Космополиты – живые организмы, область обитания которых охватывает огромные территории Земли (большинство природных зон).

Красная книга – официальное издание, в которое в определенном порядке заносят сведения о редких и исчезающих видах растений и животных; красные книги ведутся с 1948 г., издано 5 томов Международной Красной книги Международным союзом охраны природы; в России Красная книга учреждена в 1974 году. В Алтайском крае последнее издание Красной книги вышло в 2016 г.

Лабораторный эксперимент – исследование, проводимое в лабораторной обстановке с целью установления действия и взаимодействия факторов на изучаемые объекты.

Ландшафт – генетически однородная территориальная система, в которой все природные компоненты (рельеф, горные породы, вода, почва, растительный и животный мир) образуют взаимосвязанное и взаимообусловленное единство. Качественно отличный от других участков, имеет естественные границы.

Ландшафт антропогенный – ландшафт, преобразованный хозяйственной деятельностью человека.

Лимитирующий фактор – экологический фактор, наиболее удаленный от своего оптимального значения и ограничивающий жизнедеятельность организма или экосистемы; с помощью лимитирующих факторов регулируется состояние организмов и экосистем.

Макросматики – животные с сильным развитием органов обоняния.

Макро-, мезо-, микрорельеф – термины, применяемые при описании форм рельефа для отличия их по уровням. Горный хребет, возвышенность, низменность принимаются за формы макрорельефа; долины, балки, межбалочные водоразделы – за формы мезорельефа; небольшие неровности на склонах долин, бессточные западины на выровненных участках, карстовые воронки – за формы микрорельефа.

Макрофауна – почвенные животные с размерами тела от 2 до 20 мм (личинки насекомых, многоножки, энхитреиды, дождевые черви и др.).

Максимум экологический – верхняя граница экологического фактора, при которой организм или вид еще могут жить; за пределами экологического максимума организмы и экосистемы погибают.

Мегафауна – почвенные животные, в основном из числа млекопитающих, проводящие в почве всю жизнь (слепыши, слепушонки, цокоры, кроты и др.).

Мезофауна – почвенные животные, размеры которых составляют от десятых долей до 2-3 мм: клещи, первичнобескрылые насекомые, коллемболы, протуры, двухвостки, многоножки, симфили и др.

Местообитание – совокупность абиотических и биотических условий среды, в которой живет организм или популяция.

Метеорологические условия – состояние атмосферы, характеризующееся значениями метеорологических элементов в определенный момент или за определенный срок, или за время развертывания того или иного процесса, мероприятия и т.п.

Метод ключей – исследование особенностей растительного покрова какой-либо территории на специально выбранных типичных (ключевых) участках растительности, которые обычно тщательно картируются. Особенно часто применяется для исследования комплексной растительности.

Микроклимат – 1. Климат небольшой территории внутри географического ландшафта (фации): поля, склона холма, опушки леса, лесных полос, берега озера, площади города и пр. Речь идет обычно о тех особенностях климата, которыми климат данного места отличается от климата смежных территорий или от общих климатических характеристик данной области. Микроклиматические различия, главным образом, зависят от неоднородных влияний подстилающей поверхности, а потому проявляются преимущественно в приземных слоях воздуха и с высотой сглаживаются.

2. Часто под микроклиматом подразумевается вообще климат приземного слоя воздуха.

Микросматтики – виды животных со слабым развитием органов обоняния (обезьяны, многие насекомоядные и др.).

Микрофауна – микроскопические почвенные животные (простейшие, коловратки, тихоходки, нематоды и др.).

Минимум экологический – нижняя граница области действия экологического фактора, при которой организм или вид может еще нормально существовать.

Мониторинг – система контроля, оценки и прогноза качества окружающей природной среды, включающая наблюдения за воздействием на нее человека.

Мутуализм – форма взаимодействия организмов, выгодная и обязательная для объединяющихся организмов и популяций, например, многие животные не могут существовать без микроорганизмов в их кишечнике, а микроорганизмы без этих животных.

Мутаген – любой агент (фактор), вызывающий мутацию.

Мутация – резкое наследственное изменение организмов, меняющее их морфологические и (или) физиолого-поведенческие признаки. Связано с изменением числа и (или) структуры хромосом, с изменением структуры отдельного гена или их группы.

Наблюдения – количественная или качественная регистрация явления, констатация наличия того или иного его состояния, признака или свойства.

Надорганизменные уровни – уровни интеграции жизни, следующие за организмами вверх по иерархической лестнице: популяционные системы, экосистема, биосфера.

Нанорельеф – очень мелкие формы рельефа (от 0,1 до 2 м по горизонтали и до 1 м по вертикали), например, кротовины, муравейники, кочки на болоте. Отражается на картах масштаба 1:100 и крупнее.

Нарушенные земли – земли, утратившие свою хозяйственную ценность в результате деятельности человека.

Национальные парки – участки территории (акватории), выделенные для сохранения природы в эстетических, оздоровительных, культурных и просветительских целях. В России начало создания н.п. относят к 80-м годам прошлого века, в основном это леса и водные объекты.

Обратные связи – связи, обуславливающие саморегуляцию экосистем; могут быть положительными (стимуляция роста и развития) и отрицательными (например, регуляция численности популяций вследствие уничтожения хищниками).

Объект особо охраняемый – памятник архитектуры или природы, находящийся под охраной закона или обычаев коренного населения; любой объект или явление природы, юридически находящийся под охраной в большей мере, чем другие, сходные с ним.

Окружающая среда – совокупность природных (абиотических и биотических), природно-антропогенных, техногенных и социальных условий, в которых живет человечество.

Олигосапроб – организм, населяющий чистые, незагрязненные воды (биоиндикатор высокой чистоты вод).

Орнитофилия – опыление цветков птицами (в основном, имеет место в тропическом поясе).

Охрана природы – совокупность международных, государственных, региональных, административно-хозяйственных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование, воспроизводство и сохранение природных ресурсов Земли и ближайшего к ней космического пространства в интересах существующих и будущих поколений людей.

Оценка экологическая – определение состояния среды жизни или степени воздействия на нее, каких-либо факторов.

Ошибка опыта – расхождение между результатами выборочного наблюдения и истинным значением измеряемой величины.

Памятники природы – особо охраняемые невосполнимые природные объекты или территории разного уровня значимости (отдельные участки леса, поляны, отдельные деревья, пещеры, палеонтологические объекты, гейзеры, водоёмы, водотоки и т.п.). Имеют научное, историческое и культурно-эстетическое значение.

Панмиксия – случайный характер скрещиваний особей в популяции.

Парцелла – 1. Структурная часть фитоценоза (или биогеоценоза), обнимающая всю его толщу и выделяемая по плотности населения отдельных видов растений и особенностям микросреды обитания.

2. Совокупность одиночных особей или семей, живущих в непосредственной близости друг от друга и поэтому часто контактирующих между собой.

Пастбищная пищевая цепь – начинается с зеленых растений и идет к растительноядным, а затем к плотоядным животным.

Планктон – микроорганизмы в водной экосистеме, взвешенные в толще воды и не способные к активному передвижению.

Плотность популяции – среднее количество особей в популяции на единицу площади или объема.

Полисапробы – живые организмы, обитающие в сильно загрязненных органическими веществами водах. Служат биологическими индикаторами высокой степени загрязненности водных объектов сточными водами.

Популяция – совокупность разновозрастных особей одного вида в пределах однородной экосистемы, объединенных общностью происхождения, ареалом обитания, морфологическим сходством, легко скрещивающихся.

Почвенный покров – самостоятельная земная оболочка, образовавшаяся в результате взаимодействия литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы.

Пойма – часть речной долины, заливаемая в периоды половодья и паводка.

Правило пирамиды масс – определяет, что суммарная масса растений больше, чем биомасса всех фитофагов и травоядных. Масса фитофагов и травоядных в свою очередь превышает массу плотоядных.

Правило пирамиды продукции – определенные количественные соотношения первичной и вторичной продукции, причем на каждом предыдущем трофическом уровне количество биомассы, создаваемой за единицу времени, больше, чем на последующем.

Предел толерантности – диапазон экологического фактора между минимальным и максимальным значениями, в пределах которого возможна выживаемость организма.

Природа – 1. В широком смысле – все сущее, весь мир в многообразии его форм.

2. В более узком смысле – объект науки, а точнее, совокупный объект естествознания (наук о природе).

3. Наиболее употребительно толкование понятия природы как совокупности естественных условий существования человеческого общества.

Природная среда – совокупность абиотических и биотических естественных факторов по отношению к животному и растительному миру не зависимо от контактов с человеком. Подразделяется на: географическую, включающую педосферу как обязательное условие для существования, производительной деятельности и развития общества; биогенную как совокупность биологической и биотической сред; биологическую, в основе которой находятся живые организмы, а среди них – особь или объект; биотическую – обусловленную явлениями природы, создаваемыми живыми существами; абиотическую, не связанную с живыми организмами, включая человека; геологическую, обуславливающую совокупность внешних факторов для жизни организмов, в том числе человека; окружающую человека природную среду в виде совокупности абиотических и биотических факторов, влияющих на человека.

Продуценты – автотрофные организмы, синтезирующие в процессе фотосинтеза или хемосинтеза органические вещества из неорганических за счет использования солнечной энергии или энергии реакций окисления неорганических соединений.

Природопользование – целенаправленная общественно-производительная деятельность, задача которой состоит в обеспечении настоящего и будущего поколений людей разнообразными ресурсами и окружающей средой определенного качества, улучшении использования и воспроизводства природных ресурсов, сохранении равновесия между природой и обществом на основе взаимоувязанных мер по потреблению природного потенциала. В настоящее время природопользование, как правило, является нерациональным и сопровождается быстрым ухудшением качества природной среды.

Равновесие экологическое – баланс естественных или измененных человеком средообразующих компонентов и природных процессов, приводящий к длительному (условно бесконечному) существованию данной экосистемы.

Редуценты – организмы (как правило, микроскопические), разлагающие мертвое органическое вещество и возвращающие неорганические вещества в окружающую среду.

Рекультивация земель – полное или частичное восстановление ландшафта, нарушенного предшествующей хозяйственной деятельностью (добычей полезных ископаемых, строительством, сведением лесов и т.п.).

Рельеф – совокупность форм горизонтального и вертикального расчленения земной поверхности.

Саморегуляция – способность экосистемы к восстановлению баланса внутренних свойств после какого-либо природного или антропогенного влияния. Саморегуляция основана на принципе обратной связи отдельных составляющих экосистем подсистем и экологических компонентов.

Сапробность – степень насыщения воды разлагающимися органическими веществами.

Среда обитания – совокупность условий, в которых протекает жизнь: естественных, формирующихся под влиянием неживой и живой природы, и природно-антропогенных.

Стация – местообитание популяции.

Толерантность – выносливость организмов к колебаниям экологических факторов.

Трансекта – отмеренная на земной поверхности узкая прямоугольная площадка для изучения размещения видов, их проекции, численности, экологического ряда, ряда фитоценозов и пр.

Тугай – растительность речных долин пустынных рек; обычно состоит из древесных или кустарниковых сообществ.

Тундра – природная зона с психромезофильными и психрогигрофильными лишайниковыми, моховыми и кустарниковыми формациями.

Увлажнение – соотношение между количеством выпадающих осадков и испаряемостью (или температурой, поскольку испаряемость зависит от последней). При *избыточном увлажнении* осадки превышают испаряемость и часть выпавшей воды удаляется из данной

местности подземным и речным стоком. При *недостаточном увлажнении* осадков выпадает меньше, чем их может испариться. Предложено много числовых количественных характеристик увлажнения, например: *коэффициент увлажнения Иванова, индекс сухости Будыко, индекс аридности Де-Мартона, индексы аридности и гумидности Торнтвейта*.

Урёма – состоящая из лесных и кустарниковых сообществ растительность речных долин степной и лесной зоны.

Фаготрофы – организмы, питающиеся непосредственно заглатывая другие растительные или животные организмы.

Фактор – условие, влияющее на состояние природной среды.

Фация – участок поверхности земли с однородными литологией, рельефом, почвами и биотическими компонентами, составляющими один биогеоценоз.

Фенологические наблюдения – наблюдения за сезонными процессами в жизни растений, животных и грибов.

Фоновые значения – средние значения показателей свойств горных пород, вод, почв и др. на рассматриваемом участке относительно которых могут выделяться аномально высокие или низкие значения.

Фоновые почвы – почвы, сопоставление с состоянием которых позволяет установить и оценить превышение естественного уровня содержания контролируемых химических элементов.

Фотосинтез – синтез клетками растений, водорослей и некоторых бактерий органических веществ из неорганических при участии энергии солнечного света; единственный процесс в биосфере, увеличивающий свободную энергию и обеспечивающий существование всех других организмов, включая человека.

Фототаксис – ориентированное движение по направлению к источнику света в область с благоприятными условиями среды.

Хионофилы – животные, ведущие подснежный образ жизни.

Хищники – животные (иногда растения), ловящие и поедающие других животных (жертв); являются регуляторами и санитарами природных экосистем.

Цепь выедания – трофическая цепь, начинающаяся с фотосинтезирующих организмов.

Цепь разложения (детритная) – трофическая цепь, начинающаяся с отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных.

Цепь трофическая (пищевая цепь, цепь питания) – взаимоотношения между организмами, через которые в экосистеме происходит трансформация вещества и энергии; группы особей, связанные друг с другом отношением «пища-потребитель» (то есть цепь, в которой каждое предыдущее звено служит пищей для последующего).

Частота встречаемости – величина, характеризующая равномерность или неравномерность распределения вида в биоценозе. Рассчитывается как процентное отношение числа проб или учетных площадок, где встречается вид, к общему числу таких проб или учетных площадок.

Численность популяции – общее количество особей на выделяемой территории.

Эволюция – развитие организмов от более низких ступеней организации до современных высокоорганизованных форм; необратимое и направленное историческое развитие живой природы, сопровождающееся изменением генетического состава популяций, формированием адаптаций, образованием и вымиранием видов, преобразованием экосистем и биосферы в целом.

Эврибионтные виды – организмы, терпимые к широкому диапазону колебаний экологических факторов.

Эвтрофикация водоёмов – повышение содержания органических веществ в воде.

Эдафический – почвенный.

Эдафон – совокупность ценобионтов почвы (эдафический слой).

Экологическая ниша – место в природе, занимаемое видом или популяций, их «функциональное» место в экосистеме. Один и тот же вид может занимать различные экологические ниши в пределах своего ареала. В одной и той же экологической нише могут

обитать различные виды. Некоторые экологические ниши (на островах и др.) могут быть свободны или не заняты, что подразумевает слабую конкуренцию или отсутствие таковой.

Экологическая система (экосистема) – 1. Природная система, в которой живые организмы и среда их обитания объединены в единое функциональное целое через обмен веществ и энергии, тесную причинно-следственную взаимосвязь и зависимость слагающих ее экологических компонентов.

2. Элементарная функциональная единица биосферы; система, включающая все организмы (биоценоз) на данном участке (биотопе) и взаимодействующая с физической средой таким образом, что поток энергии создает определенную трофическую структуру, видовое разнообразие и круговорот веществ внутри системы.

3. Безранговое понятие, служащее для обозначения функциональной системы, включающей живые организмы и среду их обитания (биотические и абиотические составляющие).

Экономический порог вредоносности (ЭПВ) – минимальное количество сорняков, полное уничтожение которых обеспечивает получение прибавки урожая, окупающей затраты на истребительные мероприятия и уборку дополнительной продукции.

Экологический фактор – элемент среды, оказывающий какое-либо влияние на живой организм.

Экологический фонд территории – наличие и распределение по территории естественных природных комплексов, зон и поясов; особо охраняемых территорий, различных групп лесов, обеспечивающих средоформирующие и ресурсовоспроизводящие функции природных ландшафтов.

Экология – интегрированная фундаментальная наука о составе, структуре, свойствах, функциональных особенностях и эволюции систем надорганизменного уровня (популяций, биоценозов, экосистем, биосферы). Экология изучает основные фундаментальные закономерности: поток энергии, циркуляцию химических элементов. Особи, популяции, виды, биоценозы могут быть объектами экологических исследований, но не являются специфическими для экологии, т.к. ими занимаются также и другие биологические науки (генетика, систематика, физиология, ботаника, зоология и др.).

Эколого-географическое положение – место (расположение) территории относительно экологически важных свойств и факторов природных и антропогенных ландшафтов.

Экомонитор – вид животного или растения, используемый в качестве индикатора при определении состояния окружающей среды и проведении мониторинга.

Экотипы – разновидность или раса вида, приуроченная к определенным почвенно-климатическим условиям.

Экотон – переходная зона между сообществами.

Экотоп, фитоценозотоп – внешняя среда, в которой получил свое развитие фитоценоз. Совокупность экотопа и фитоценоза или биоценоза, составляет биогеоценоз.

Эксперимент (опыт) – это такое изучение, при котором исследователь искусственно вызывает явления или изменяет условия так, чтобы лучше выяснить сущность явления, происхождение, причинность и взаимосвязь предметов и явлений. Главная особенность эксперимента – его воспроизводимость.

Экспозиция – ориентировка склонов: солярная – по отношению к странам света и плоскости горизонта; циркуляционная или ветровая – по отношению к господствующему направлению ветра.

Эндифиты – растения, живущие в каменных породах (сверлящие водоросли), в других растениях (эндомикориза) и внутри животных.

Эпифиты – организмы, обитающие на поверхности других организмов, но не использующие их для питания.

Этология – наука, изучающая закономерности поведения животных.

Эффект группы – оптимизация физиологических процессов, ведущая к повышению жизнеспособности особей при совместном их существовании.

Ювенильные особи – юношеские, не достигшие взрослого состояния живые организмы.

Ярусность – расчленённость сообществ на слои, ярусы и пологи. Ярусность – результат отбора видов, способных произрастать совместно, используя различные горизонты среды. Различают надземную ярусность, где каждый ярус характеризуется своим составом растений, сомкнутостью, высотой, режимом фитосреды, и подземную, в которой обычно имеется один ярус.

ПРИМЕРНЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. История экологии

1. К какому историческому этапу экологии относятся работы русского учёного К.Ф. Рулье?

- а) к первому;
- б) ко второму;
- в) к третьему.

2. В эпоху Возрождения толчком к развитию наук о природе послужили:

- б) технический прогресс;
- в) географические открытия, колонизация новых стран;
- а) совершенствование научной методологии.

3. К какому этапу становления экологии как науки относится знаменитая «Естественная история» Плиния Старшего?

- а) к первому;
- б) ко второму;
- в) к третьему.

4. В средние века интерес к изучению природы:

- а) резко возрастает;
- б) ослабевает;
- в) остаётся таким, как в античном мире.

5. Термин «экология» для новой области знаний был предложен:

- а) Ч. Дарвиным в 1859 г.;
- б) А. Гумбольдтом в 1807 г.;
- в) Э. Геккелем в 1866 г.

6. Учение о природных зонах, которое имело исключительное значение для развития экологии, разработал:

- а) Г.Ф. Морозов
- б) В.В. Докучаев;
- в) Ч. Дарвин;
- г) К. Мебиус.

7. Пионером экологии по праву считается автор книги «Происхождение видов» (1859):

- а) Э. Геккель;
- б) Э. Зюсс;
- в) Ч. Дарвин.

8. На III ботаническом конгрессе в Брюсселе в 1910 г. экология растений официально разделилась на:

- а) аутоэкологию и синэкологию.
- б) социальную и инженерную экологию;
- в) общую и популяционную экологию.

9. Кто из ученых ввёл в экологию в 1935 г. термин «экологическая система»:

- а) К. Раункьер;
- б) А. Тенсли;
- в) В.Н. Сукачёв;
- г) В.И. Вернадский.

10. Экологические школы гидробиологов, фитоценологов, ботаников и зоологов оформились в:
- а) в конце XIX века;
 - б) в начале XX века;
 - в) в середине XX века.

Ключи к теме: История экологии. 1- б; 2 - в; 3 - а; 4 - б; 5 - в; 6 - б; 7 – в; 8 – а; 9 - б; 10 – б.

2. Наземно-воздушная среда жизни

1. В 1913 г. сформулировал «закон толерантности»:
 - а) А. Гумбольдт;
 - б) А. Тэнсли;
 - в) В. Шелфорд.
2. Наиболее активными лучами солнечной радиации (ФАР) являются:
 - а) сине-фиолетовые (0,40 – 0,50 мкм);
 - б) оранжево-красные (0,65 - 0,68 мкм);
 - в) близкие ультрафиолетовые (0,38 – 0,40 мкм).
3. Теневые растения относят к экологической группе:
 - а) сциофиты;
 - б) гелиофиты;
 - в) факультативные гелиофиты.
4. Организмы, относящиеся к группе «криофилы» способны жить:
 - а) в условиях высоких температур и не выносят низких;
 - б) в условиях низких температур и не выносят высоких;
 - в) в условиях низких и высоких температур.
5. Наиболее благоприятная температура для жизнедеятельности организмов называется:
 - а) верхней летальной;
 - б) лимитирующей;
 - в) оптимальной.
6. Эвритермные организмы выдерживают:
 - а) широкие колебания температуры;
 - б) живут лишь в узких пределах температур.
7. Эндотермные животные, обитающие в холодных областях (полярные медведи, киты), имеют, как правило, крупные размеры, тогда как обитатели жарких стран (например, многие насекомоядные млекопитающие) обычно меньше по размерам. Это явление носит название:
 - а) правила Бергмана;
 - б) закона Либиха;
 - в) правила Вант-Гоффа.
8. Размеры выступающих частей тела варьируют в соответствии с температурой среды. У видов, живущих в более холодном климате, различные придатки (хвост, уши, конечности и др.) меньше по размеру, чем у родственников из более тёплых мест. Это явление известно как:
 - а) закон Б. Коммонера;
 - б) правило В. Шелфорда;

в) правило Аллена.

9. Однолетние растения, используя весеннюю влагу, успевают в очень короткие сроки (12 – 30 дней) прорасти, развить генеративные побеги, расцвести, сформировать плоды и семена. Данные однолетние растения называют:

- а) эфемероидами;
- б) эфемерами;
- в) галофитами.

10) ксерофильные виды - это организмы:

- а) сухолюбивые;
- б) предпочитающие умеренную влагу;
- в) влаголюбивые.

Ключи к теме: Наземно-воздушная среда жизни. 1 – в; 2 – б; 3 – а; 4 – б; 5 – в; 6 – а; 7 – а; 8 – в; 9 – б; 10 – а.

3. Биотическая среда. Популяции видов

1. Детритная цепь начинается:

- а) от зеленых растений;
- б) от консументов;
- в) от мертвого органического вещества.

2. Организмы, разлагающие мертвое органическое вещество и возвращающие неорганические вещества в окружающую среду, называются:

- а) редуцентами;
- б) консументами;
- в) продуцентами.

3. Общее количество особей на данной территории или в данном объеме именуют как:

- а) средняя плотность популяции;
- б) экологическая плотность;
- в) численность популяции.

4. Ценопопуляцию, в возрастном спектре которой в момент наблюдения представлены только семена и молодые особи, называют:

- а) инвазионной;
- б) нормальной;
- в) регрессивной.

5. Генетический механизм определения пола обеспечивает расщепление потомства по полу в отношении (соотношение полов):

- а) 1:2;
- б) 1:1;
- в) 1:1,5.

6. К периоду первичного покоя относят:

- а) старые вегетативные особи;
- б) покоящиеся семена;
- в) проростки (всходы);
- г) ювенильные особи.

7. Равномерное распределение особей внутри популяции встречается:

- а) редко;
- б) часто;
- в) наиболее часто.

8. Способность популяции к увеличению численности называется:

- а) рождаемостью;
- б) абсолютной рождаемостью;
- в) абсолютной смертностью;
- г) смертностью.

9. Группа совместно обитающих особей одного вида, популяция выступает:

- а) организменной биологической системой;
- б) клеточной биологической системой;
- в) первой надорганизменной биологической макросистемой.

10. Индивиды любого живого вида всегда представлены не изолированными отдельностями, а их определённым образом организованными совокупностями. Это называется правилом:

- а) максимальной рождаемости;
- б) объединения в популяции;
- в) стабильности соотношения полов.

Ключи к теме: Биотическая среда. Популяции видов. 1 – в; 2 – а; 3 – в; 4 – а; 5 – б; 6 – б; 7 – а; 8 – а; 9 – в; 10 – б.

4. Биоценозы

1. Растительный компонент биоценоза называют:

- а) микробиоценозом;
- б) фитоценозом;
- в) зооценозом.

2. Почва и грунтовые воды образуют в биоценозе:

- а) климатоп;
- б) битоп;
- в) эдафотоп.

3. Виды, которые собственной жизнедеятельностью в наибольшей степени создают среду для своего сообщества и без которых в связи с этим существование большинства других видов невозможно, называют:

- а) преобладающие;
- б) ассектаторфы;
- в) эдификаторы.

4. Впервые термин «консорция» был введён:

- а) Л.Г. Раменским (1959);
- б) Ч. Дарвиным (1859);
- в) В.Н. Сукачёвым (1940).

5. Популяции автотрофного растения, например берёзы, на базе которого формируется консорция, называют:

- а) доминантом;
- б) детерминантом;

в) лидером.

6. Обитающих в почве насекомых называют:

- а) геобий;
- б) бриобий;
- в) филлобий;
- г) аэробий.

7. Явление, когда «... на стыках биоценозов увеличивается число видов и особей в них...», называют правилом:

- а) А. Тенсли;
- б) биоценоза;
- в) экотона.

8. Связи питания, когда один вид питается другим – либо живыми особями, либо их мёртвыми остатками, либо продуктами их жизнедеятельности, называют:

- а) топическими;
- б) трофическими;
- в) форическими;
- г) фабрическими.

9. Относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство, занятое биоценозом, называют:

- а) биотоп;
- б) экотоп;
- в) климатоп.

10. Увеличение видового разнообразия в биоценозе по мере продвижения с севера на юг было сформулировано:

- а) А. Уоллесом;
- б) Н.Ф. Реймерсом;
- в) Г. Добровольским.

Ключи к теме: Биоценозы. 1. – б; 2 – в; 3 – в; 4 – а; 5 – б; 6 – а; 7 – в; 8 – б; 9 – а; 10 – а.

5. Экосистемы и биогеоценозы

1. Термин «биогеоценоз» был предложен в 1940 году:

- а) В. В. Докучаевым;
- б) В.Н. Сукачёвым;
- в) Г.Ф. Гаузе.

2. Термин «экосистема» впервые был предложен в 1935 году:

- а) К. Мебиусом;
- б) В. Лархером;
- в) А. Тенсли.

3. Лес, пруд относят к:

- а) макроэкосистеме;
- б) мезоэкосистеме;
- в) микроэкосистеме;
- г) глобальной экосистеме.

4. К первичным консументам относят:

- а) бактерии;
- б) зелёные фотосинтезирующие растения;
- в) грибы.

5. В экосистеме пищевые и энергетические связи между категориями всегда однозначны и идут в направлении от:

- а) автотрофов к гетеротрофам;
- б) гетеротрофов к автотрофам.

6. Испарение воды с поверхности океана, конденсация водяного пара в атмосфере и выпадение осадков на поверхность океана образуют:

- а) большой круговорот;
- б) средний круговорот;
- в) малый круговорот.

7. Закон биогенной миграции атомов разработал:

- а) В.В. Докучаев;
- б) В.И. Вернадский;
- в) В.Н. Сукачёв.

8. Первый трофический уровень в пищевой (трофической) цепи занимают:

- а) первичные консументы;
- б) первичные продуценты;
- в) вторичные консументы.

9. Пищевые цепи, начинающиеся с фотосинтезирующих организмов, называются:

- а) пастбищные (или цепи выедания);
- б) детритные;
- в) смешанные.

10. Согласно закону пирамиды энергий, с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой её уровень в среднем не более:

- а) 50% энергии;
- б) 25% энергии;
- в) 10% энергии.

Ключи к теме: Экосистемы и биогеоценозы. 1. – б; 2 – в; 3 – б; 4 – а, в; 5 – а; 6 – в; 7 – б; 8 – б; 9 – а; 10 – в.

6. Учение о биосфере

1. Всю совокупность организмов на планете назвал *живым веществом*, рассматривая в качестве его основных характеристик суммарную массу, химический состав и энергию:

- а) В.И. Вернадский, 1926;
- б) В.А. Радкевич, 1983;
- в) Ю. Одум, 1985.

2. Совокупность тех веществ в биосфере, в образовании которых живые организмы не участвуют, называют (по В.И. Вернадскому):

- а) косное вещество;
- б) биокосное вещество;
- в) биогенное вещество.

3. «Законы» экологии Б. Коммонера были выдвинуты им в:

- а) 1857 г.;
- б) 1809 г.
- в) 1974 г.

4. Уровень, где существует совокупность определённых однородных организмов, связанных единством происхождения, образом жизни и местом обитания, называют:

- а) клеточный;
- б) популяционно-видовой;
- б) организменный.

5. Вертикальная мощность биосферы в океанической области Земли достигает более:

- а) 40 км;
- б) 10 км;
- в) 17 км.

6. Вертикальная мощность биосферы в сухопутной области Земли достигает более:

- а) 12 км;
- б) 100 км;
- в) 10,5 км.

7. Жизнь в глубинах Земли фактически не идёт дальше максимума:

- а) 10 км;
- б) 6-7 км;
- в) 5-6 км.

8. Эоловая зона это царство:

- а) членистоногих и некоторых микроорганизмов;
- б) позвоночных;
- в) позвоночных и птиц.

9. Перегретая жидкая вода обнаружена в литосфере до глубин:

- а) 25 км;
- б) 5 км;
- в) 10,5 км.

10. Самая активная форма материи во Вселенной (подчёркивал В.И. Вернадский):

- а) живое вещество;
- б) косное вещество;
- в) биокосное вещество.

Ключи к теме: Учение о биосфере. 1. – а; 2 – а; 3 – в; 4 – б; 5 – в; 6 – а; 7. – б; 8 –а; 9 – в; 10 – а.

7. Экология как научная основа рационального природопользования и охраны природы

1. К рациональным подходам по извлечению и переработке природных минеральных ресурсов относятся:

- а) ликвидация последствий загрязнения;
- б) рекультивация земель после использования месторождений;
- в) экономичное и безотходное использование сырья в производстве.

2. Основа благосостояния человечества в будущем:

- а) увеличение площади агрофитоценозов;

- б) сохранение природного разнообразия;
- в) увеличение урожайности культурных растений.

3. Международные конвенции и соглашения по экологическим проблемам проводятся с:

- а) XIX века;
- б) XVII века;
- в) XX века.

4. В Стокгольме на конференции ООН была принята Декларация об охране окружающей среды и объявлено, что 5 июня является «Международным днём охраны окружающей среды» в:

- а) 1972 г.;
- б) 1959 г.;
- в) 2001 г.

5. При экосистемном подходе в центре внимания исследователя-эколога являются:

- а) изучение абиотических факторов среды;
- б) поток энергии и круговорот веществ между биотическими и абиотическими компонентами экосферы;
- в) тщательное изучение абиотических факторов среды.

6. Когда мы говорим о природном экологическом равновесии, то подразумеваем, что это равновесие:

- а) неподвижно;
- б) слегка подвижно;
- в) очень подвижно.

7. Современные экологические прогнозы должны проводиться, исходя из:

- а) общечеловеческих ценностей;
- б) личных целей отдельных людей;
- в) рекреационных возможностей страны.

8. В Экологической доктрине Российской Федерации в числе приоритетных направлений деятельности по обеспечению экологической безопасности страны среди многих признаны:

- а) приоритеты контроля за использованием и распространением чужеродных видов и генетически измененных организмов;
- б) возмещение материального ущерба, причиненного окружающей среде;
- в) ответственность за экологические правонарушения и ее неотвратимость.

9. Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» является комплексным законодательным актом, предусматривающим запрет:

- а) косвенного негативного воздействия на природу;
- б) прямого антропогенного изъятия биологических ресурсов;
- в) совмещения функций госконтроля в области охраны окружающей среды и функций хозяйственного использования природных ресурсов.

10. Законодательную власть в области охраны природы в России осуществляет:

- а) Правительство Российской Федерации;
- б) Государственная Дума;
- в) Совет Федерации.

Ключи к теме: Экология как научная основа рационального природопользования и охраны природы. 1 – б, в; 2 – б; 3 – а; 4 – а; 5 – б; 6 – в; 7 – а; 8 – а, в; 9 – в; 10 – б.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экология указывает пути устойчивости существования организмов в природе на основе определённых способов их организации в форме биологических популяций. Благодаря функционированию популяций создаются условия поддержания и устойчивости жизни на планете и в конечном итоге – сохранение человека как биологического вида.

Научные основы сохранения и улучшения окружающей человека социальной и природной среды базируются на принципах экологии. Экологические законы, в основе разработки которых часто лежат результаты неудачного вмешательства человека в природные процессы, помогают пониманию законов природы, позволяющей ей сохранять свое равновесие. Экологические законы предостерегают общество о неизбежном ущербе, наносимом человеком природе, за что ему неизбежно приходится расплачиваться.

Оптимизация взаимоотношений, как отдельного человека, так и общества в целом с природой в значительной мере зависит от эффективности образования в области экологии и биологии, развития у населения экологического мышления и формирования экологического сознания. Каждый человек, независимо от специальности, должен быть в какой-то степени экологически образованным. Только тогда он сможет реально оценивать результаты своей деятельности, прямо или косвенно влияющей на окружающую среду. Поэтому перед преподавателем высшей школы стоит чрезвычайно важная задача – выработать у обучающихся чувство ответственности за судьбу биосферы, научить их трезво соизмерять своё место и роль в ней, развить способность критически оценивать деятельность любого человека и, прежде всего свою, с позиций экологии и интересов общества (В.А. Радкевич, 1997).

Необходимость всеобщего экологического образования и воспитания широких слоёв населения является ключевой задачей экологической доктрины устойчивого развития России в XXI веке (Н.Г. Комарова, 2003). Образование должно опережать хозяйственную деятельность людей, оно должно быть приоритетным. Новые поколения должны сформировать общечивилизационные ценности, способные изменить нынешний стереотип мышления людей.

Интеллектуальным критерием знаний человека должны стать гуманистические жизненные ценности, опирающиеся на гармонию с окружающей социальной и природной средой. Человечество должно осознать своё общепланетарное единство для разумного управления биосферными механизмами в целях преодоления противоречий между Природой и деятельностью людей.

Система высшего образования предусматривает подготовку кадров, способных владеть не только теоретическими знаниями, но и решать практические задачи. Исследовательская деятельность, как высшая форма образования, является одной из самых эффективных и творческих, но в тоже время, трудоёмких для исполнения. Большое значение в обучении бакалавров имеет формирование у молодежи интереса и уважения к созидательному труду. Это укрепляет взаимодействие между образованием, наукой и практикой. Совершенствование экологического образования имеет реальные перспективы при интеграции экологических знаний в дисциплины вузовских учебных планов. Ознакомление подрастающего поколения с проблемами, возникающими в результате взаимодействия человека и природы, и экологическими последствиями этих взаимодействий на разных уровнях, является важной задачей образования и воспитания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ

- Акимова, Т.А. Экология. Природа-Человек-Техника [Текст]: учебник / Т.А. Акимова, А.П. Кузьмин, В.В. Хаскин. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 510 с.
- Алексеев, С.А. Практикум по экологии и охране природы [Текст]: метод. указания к практическим занятиям для студ. лесных вузов / С.А. Алексеев. – СПб.: ЛТА, 1993. – 51 с.
- Братков, В.В. Геоэкология [Текст] / В.В. Братков, Н.И. Овдиенко. – М.: Высшая школа, 2006. – 271 с.
- Бродский, А.К. Общая экология [Текст]: учебник / А.К. Бродский. – М.: Академия, 2008. – 256 с.
- Важов, С.В. Геоэкология [Текст]: учебно-метод. пособие / С. В. Важов. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2012. – 111 с.
- Важов, С.В. Общая экология [Текст]: учебное пособие / С. В. Важов. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2015. – 193 с.
- Важов, С.В. Основы геоэкологии [Текст]: учеб. пособие / С.В. Важов. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2015. – 184 с.
- Важов, С.В. Экология растений [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Важов, Р.Ф. Бахтин, В.М. Важов; Алтайский гос. гум.-пед. ун-т им. В.М. Шукшина. – Бийск: АГПУ им. В.М. Шукшина, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). ISBN 978-5-85127-918-8. № госрегистрации 0321800829 от 02.04.2018
- Важов, С.В. Сапсан *Falco peregrinus* в Алтайском крае и Республике Алтай // Русский орнитологический журнал. – 2020. – Т. 29 (1973). – С. 4235–4252.
- Важов, С.В. К изучению географического распространения популяций некоторых редких видов соколообразных и сов в интразональных лесных массивах юга Западной Сибири / С.В. Важов, В.М. Важов, М.И. Яськов, А.А. Черемисин // Успехи современного естествознания. – 2021. – № 2. – С. 88–93. DOI: 10.17513/use.37579
- Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования [Текст]: монография / Л.В. Веснина, В.Б. Журавлев, В.А. Новоселов и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. – 285 с.
- География и мониторинг биоразнообразия [Текст]. – М.: Изд-во научного и учебно-методического центра, 2002. – 432 с.
- Горелов, А.А. Экология [Текст]: учеб. пособие / А.А. Горелов. – М.: Центр, 2000. – 240 с.
- Гордиенко, В.А. Экология. Базовый курс для студентов небиологических специальностей [Текст]: учеб. пособие / В.А. Гордиенко, К.В. Показеев, М.В. Старкова. – СПб.: «Лань», 2014. – 640 с.
- Дауда, Т.А. Экология животных [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Коцаев. – 3-е изд., стер. – СПб.: «Лань», 2015. – 272 с.
- Догель, В.А. Зоология беспозвоночных [Текст]: учебник для биол. спец. ун-тов / В.А. Догель. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая. школа, 1981. – 606 с.
- Зобов, В.В. Экология животных [Электронный ресурс] <http://tulpar.kfu.ru/course/view.php?id=2290>. Учебное пособие: полный курс лекций. – Казань: КФУ, 2014
- Институт всемирных наблюдений окружающей среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.worldwatch.org>.
- Институт мировых ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wri.org>.
- Ким, Дж.О. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ [Текст] / Пер. с англ. / Дж.О. Ким, Ч.У. Мьюллер, У.Р. Клекка и др.; под ред. И.С. Енюкова. – М., 1989. – 215 с.
- Комарова, Н.Г. Геоэкология и природопользование [Текст]: учеб. пособие / Н.Г. Комарова. – М.: Академия, 2003. – 192 с.
- Комарова, Н.Г. Геоэкология и природопользование [Текст]: учеб. пособие / Н.Г. Комарова. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 192 с.
- Константинов, В.М. Лабораторный практикум по зоологии позвоночных [Текст]: учеб. пособие / В.М. Константинов, С.П. Шаталова, В.Г. Бабенко и др. – М.: «Академия», 2001. – 272 с.

Коржнев, В.Н. По туристическим маршрутам от Бийска до Северо-Чуйского хребта: полевая практика студентов-географов [Текст]: учебно-метод. пособие / В.Н. Коржнев. – Бийск: Формат, 2013. – 261 с.

Коробкин, В.И. Экология [Текст]: учебник для студ. вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. Изд. 12-е, доп. и перераб. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 602 с.

Лабораторные занятия по зоологии с основами экологии [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Сост. Е.Н. Степанян, Е.М. Алексахина. – М.: Академия, 2001. – 120 с.

Лакин, Г.Ф. Биометрия [Текст] / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

Луканин, В.Н. Промышленно-транспортная экология [Текст]: учебник для вузов / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофимов. – М.: Высш. шк., 2001. – 273 с.

Маршинин, А.В. Экология [Текст]: учебно-методический комплекс для дистанционного обучения / А.В. Маршинин. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2001. – 164 с.

Мелехова, О.П. Биологический контроль окружающей среды: Биоиндикация и биотестирование [Текст]: учеб. пособие / Под ред. О.П. Мелеховой. – М.: Академия, 2010. – 288 с.

Мониторинг биоразнообразия [Электронный ресурс]: Веб-ГИС. – Режим доступа: <http://wildlifemonitoring.ru>.

Наследов, А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных [Текст] / А.Д. Наследов. – СПб.: Речь, 2004. – 392 с.

Наумов, Н.П. Экология животных [Текст] / Н.П. Наумов. – 2-е изд., перераб. – М.: Советская наука, 1963. – 619 с.

Наумов, Н.П. Зоология позвоночных. Часть 1, 2 [Текст]: учебник для биологических специальностей университетов / Н.П. Наумов, Н.Н. Карташев. – М.: Высшая школа, 1979. – 333 с.

Негробов, С.О. Экологический словарь [Текст] / С.О. Негробов, О.П. Негробов, Ю.Я. Филоненко. – Липецк: Липец. эколог.-гуманитар. ин-т, 2001. – 125 с.

Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: «Мир», 1975. – 741 с.

Общая экология [Электронный ресурс]: сборник описаний лабораторных работ для студентов специальности 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» и направления бакалавриата 280200 «Защита окружающей среды» / сост. Е.И. Паршина. – Сыктывкар: СЛИ, 2011. – Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>.

Организация самостоятельной работы студентов в учреждении высшего образования [Текст]: метод. рекомендации / Сост. Е.Б. Манузина, Е.Э. Норина. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2014. – 84 с.

Основные законы по экологии и природопользованию в Российской Федерации с последними изменениями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecosystemaspb.com/zakony>

Павловский Е.Н. Очерки из жизни пресноводных животных [Текст] / Е.Н. Павловский, С.Г. Лепнева. – М.: Советская наука, 1948. – 460 с.

Паршина, Е.И. Экология [Текст]: сб. описаний лаб. работ / Е.И. Паршина. – Сыктывкар: СЛИ, 2007. – 68 с.

Пехов, А.П. Биология с основами экологии [Текст]: учебник для студ. вузов / А.П. Пехов. – Изд. 7-е, стер. – СПб.-М.-Краснодар: Лань, 2007. – 688 с.

Пономарева, И.Н. Общая экология [Текст] / И.Н. Пономарева. – Л., 1975. – 162 с.

Потапов, А.Д. Экология [Текст]: учебник для студ. вузов / А.Д. Потапов. – М.: Высш. шк., 2002. – 448 с.

Программа ООН по окружающей среде [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.un.org/ru/ga/unep>.

Псарёв, А.М. Экология животных [Текст]: лабораторный практикум / А.М. Псарев. – Бийск: АГАО им. В.М. Шукшина, 2010. – 28 с.

Пузаченко, Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях [Текст] / Ю.Г. Пузаченко. – М.: «Академия», 2004. – 416 с.

Радкевич, В.А. Экология [Текст]: учебник / В.А. Радкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 159 с.

Реймерс, Н.Ф. Природопользование [Текст]: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

Реймерс, Н.Ф. Экология. Теория, законы, правила, принципы и гипотезы [Текст] / Н.Ф. Реймерс. – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.

Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов [Текст]. – М.: Минтранс России, 1995. – 23 с.

Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика [Текст]: учеб. пособие для биол. ф-тов ун-та / П.Ф. Рокицкий. Изд. 3-е испр. – Минск: Вышэйш. шк., 1973. – 320 с.

Рязанова, Н.Е. Общая экология [Текст]: программа курса / Н.Е. Рязанова. – М.: Изд-во УРАО, 2002. – 44 с.

Степановских, А.С. Экология [Текст]: учеб. пособие / А.С. Степановских. – Курган: ГИПП «Зауралье», 1997. – 616 с.

Уиттекер, Р.Х. Сообщества и экосистемы [Текст] / Р.Х. Уиттекер. – М.: «Прогресс», 1980. – 328 с.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» [Текст]. – М.: Омега-Л, 2010. – 62 с.

Федеральный закон «Об образовании в РФ» №273 от 29.12.12 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://273-фз.рф>.

Халафян, А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных [Текст] / А.А. Халафян. 3-е изд. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. – 512 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 272 с.

Чернова, Н.М. Экология [Текст]: учеб. для общеобразоват. учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. – 11-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2007. – 302 с.

Чернышев, В.Б. Экология насекомых [Текст]: учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1996 – 304 с.

Шилов, И.А. Экология [Текст]: учебник / И.А. Шилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 512 с.

Шмидт, В.М. Статистические методы в сравнительной флористике [Текст] / В.М. Шмидт. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. – 176 с.

Экологическое состояние территории России [Текст]: учеб. пособие / Под ред. С.А. Ушакова, Я.Г. Каца. – М.: Академия, 2002. – 281 с.

Экологическая безопасность [Текст]: учеб. пособие / Р.И. Айзман [и др.]. – Новосибирск; М.: Арта, 2011. – 272 с.

Экологическая безопасность России: проблемы правоприменительной практики [Текст]: Сб. науч. тр. / Под ред. В.Н. Лопатина. – СПб.: Изд-во «Юридический центр Пресс», 2003. – 352 с.

Экологический мониторинг [Текст]: учеб. пособие / Под ред. Т. Я. Ашихминой. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Академический проект, 2006. – 416 с.

Экология животных [Электронный ресурс]: конспект лекций / С.В. Буга. – Мн.: БГУ, 2005. – 83 с. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/20718>

Экология и экономика природопользования [Электронный ресурс]: учебник / Э.В. Гирусов [и др.]; ред. Э.В. Гирусов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Электрон. текстовые дан. – М.: ЮНИТИ, 2011. – 607 с.

Экология организмов: животных. Учебное пособие / В.В. Зобов. – Казань: Отечество, 2015. – 100 с.

Экология почв [Электронный ресурс]: учебное пособие / сост. С.В. Важов, Р.Ф. Бахтин, В.М. Важов. – Бийск: АГГПУ им. В.М. Шукшина, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). ISBN 978-5-85127-920-1. № госрегистрации 0321800830 от 02.04.2018

Elton, Ch. Animal Ecology. New York: MacMillan Company, 1927. – pp: 207.

Haeckel, E. Generelle Morphologie der Organismen. – Bd. 1–2. – Berlin, 1866.

Hassan Tarabai, Adam Valcek, Ivana Jamborova, Sergey V. Vazhov, Igor V. Karyakin, Rainer Raab, Ivan Literak, Monika Dolejska. Plasmid-Mediated mcr-1 Colistin Resistance in Escherichia coli

from a Black Kite in Russia // Antimicrobial Agents and Chemotherapy. – 2019. – Volume 63, No. 9.
– URL: <http://aac.asm.org/>

Jaccard, P. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines // Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur. – 1901. V. 37. Bd. 140. S. 241–272.

Renkonen, O. Statisch-ökologische Untersuchungen über die terrestiche Käferwelt der finischen Bruchmoore // Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo. – 1938. № 6. S. 1–226.

Sörensen, T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content // Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biol. krifter. Bd V. № 4. – 1948. P. 1–34.