

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»
Кафедра экологии и охраны природы

Г.Г. Сушко

ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

*Методические рекомендации
к выполнению лабораторных работ*

*Витебск
ВГУ имени П.М. Машерова
2019*

УДК 502.1(075.8)
ББК 20.18я73
С91

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 6 от 26.06.2019.

Автор: заведующий кафедрой экологии и охраны природы ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат биологических наук, доцент **Г.Г. Сушко**

Рецензент:
заведующий кафедрой экологии и химических технологий УО «ВГТУ»,
кандидат технических наук, доцент *Н.Н. Ясинская*

Сушко, Г.Г.
С91 **Общая экология : методические рекомендации к выполнению лабораторных работ / Г.Г. Сушко. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2019. – 52 с.**

Данное издание подготовлено в соответствии с типовой и учебной программами по курсу «Общая экология». Включает задания для лабораторных работ, контрольные вопросы и тестовые задания. Приводятся методики работы с приборами для измерения абиотических факторов среды, алгоритмы расчетов основных показателей популяционной структуры и биоразнообразия.

Предназначено для студентов, обучающихся по биологическим специальностям вуза, а также учителей биологии и экологии.

УДК 502.1(075.8)
ББК 20.18я73

© Сушко Г.Г., 2019
© ВГУ имени П.М. Машерова, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
МОДУЛЬ 1. АУТЭКОЛОГИЯ	
ЗАНЯТИЕ № 1. ОРГАНИЗМ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА	5
ЗАНЯТИЕ № 2. ОСВЕЩЕННОСТЬ, ВЛАЖНОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРА КАК ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ	12
ЗАНЯТИЕ № 3. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ	15
ЗАНЯТИЕ № 4. ВОДНАЯ СРЕДА	19
ЗАНЯТИЕ № 5. НАЗЕМНО-ВОЗДУШНАЯ СРЕДА	23
Контрольный тест по модулю 1	25
МОДУЛЬ 2. ДЕМЭКОЛОГИЯ	
ЗАНЯТИЕ № 6. ПОНЯТИЕ ПОПУЛЯЦИИ. СТАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОПУЛЯЦИИ	29
ЗАНЯТИЕ № 7. ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОПУЛЯЦИИ	31
ЗАНЯТИЕ № 8. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОПУЛЯЦИЙ	37
Контрольный тест по модулю 2	39
МОДУЛЬ 3. СИНЭКОЛОГИЯ	
ЗАНЯТИЕ № 9. БИОТИЧЕСКОЕ СООБЩЕСТВО	43
ЗАНЯТИЕ № 10. ЭКОСИСТЕМЫ	46
Контрольный тест по модулю 3	50

ВВЕДЕНИЕ

Экология (от греч. ойкос – жилище, дом и логос – наука) – наука о взаимодействиях живых организмов между собой и с их средой обитания. Данный термин был впервые предложен немецким естествоиспытателем Эрнстом Геккелем в 1866 году в книге «Общая морфология организмов». Современная трактовка понятия «экология» намного шире, чем в первые десятилетия развития этой науки. В наше время как самостоятельные науки рассматривают геоэкологию, биоэкологию, гидроэкологию, ландшафтную экологию, медицинскую экологию, социальную экологию, химическую экологию, радиоэкологию, экологию человека, экологию городской среды и др.

Общая экология является одним из основных разделов экологии и обязательной дисциплиной в системе экологического образования студентов биологических специальностей, так как закладывает основу базовых понятий и терминов других экологических курсов.

Цель учебной дисциплины – сформировать у студентов целостное представление о современной системе научных знаний о взаимоотношениях организмов друг с другом и окружающей их средой, а также о биологических системах разного уровня.

Общую экологию по уровню организации биологических систем подразделяют на аутоэкологию (экологию особей и организмов), демэкологию (популяционную экологию), синэкологию (экологию сообществ). Одним из важных разделов дисциплины является учение о биосфере.

Курс общей экологии играет важную роль для формирования теоретических знаний, навыков экспериментальной работы в лабораторных и полевых условиях, а также способствует выработке общей экологической культуры будущего специалиста-биолога.

Издание включает задания для лабораторных работ, контрольные вопросы и тестовые задания. Приводятся методики работы с приборами для измерения абиотических факторов среды, алгоритмы расчетов основных показателей популяционной структуры и биоразнообразия. Предназначено для студентов, обучающихся по биологическим специальностям вуза, а также может быть полезным для учителей биологии и экологии.

МОДУЛЬ 1. АУТЭКОЛОГИЯ

ЗАНЯТИЕ № 1. ОРГАНИЗМ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Цель занятия: сформировать понятие о среде обитания и экологических факторах и навыки измерения основных абиотических факторов.

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ:

практикум, биоматериал, образцы воды, измерительные приборы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ АУДИТОРНОГО КОНТРОЛЯ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ:

1. Разнообразие живых организмов. Унитарные и модулярные организмы.
2. Понятие о среде обитания и условиях существования (условиях жизни) организмов.
3. Экологические факторы и их классификация.
4. Принципы классификации экологических факторов среды по их природе, источникам и интенсивности воздействия на организмы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Задание 1. Изучить общие подходы к работе с портативными и карманными измерительными приборами и их структурные элементы. Осн. учебн. пособие [1, 2].

Меню большинства приборов англоязычное и основные функциональные клавиши имеют одинаковое название. Включение приборов осуществляется нажатием клавиши MODE. Далее следует выбрать режим измерений нажатием и удержанием кнопки HOLD/SET. После этого на дисплее прибора будет отображаться выбранный режим измерения. Перед началом работы многие приборы требуют калибровки.

Задание 2. Измерьте температуру, pH, удельную электропроводимость и общее солесодержание образца воды, используя портативный и карманный анализаторы (pH-метр / кондуктометр / термометр).

Измерение с помощью карманного анализатора. Перед началом измерения откалибруйте прибор с применением калибровочного раствора для pH 7,01. Обмойте электрод дистиллированной водой или специальной жидкостью (Clean). Включите прибор, удерживая кнопку HOLD/MODE. Затем с помощью нажатия этой же кнопки выберите режим CAL USE и погрузите электрод в емкость с калибровочной жидкостью. Дождитесь, пока на мониторе отобразится показание 4,01, нажмите ОК. Выключите прибор. Снова обмойте электрод. Аналогично проводится калибровка для кондуктометрии. Прибор к работе готов. Включите прибор. Режим измерения выбирается кнопкой HOLD/SET. Измерьте температуру, pH, удельную электропроводимость (EC, mS/cm), и общее солесодержание образца воды (TDS, ppt). Результаты занесите в таблицу 1. Помните, что для оценки любых экологических показателей измерения следует проводить, как минимум в пятикратной повторности, после чего рассчитывается среднее значение и его ошибка.

Измерение с помощью портативного анализатора. Перед началом измерения откалибруйте прибор с применением калибровочного раствора для pH 7,01 (если вы знаете диапазон pH измеряемой воды, например взятой из заболоченного водоема, можно использовать соответствующий калибровочный раствор для кислой среды). Обмойте зонд дистиллированной водой или специальной жидкостью (Clean). Включите прибор, удерживая кнопку ON/OFF. Погрузите зонд в емкость с калибровочной жидкостью. Выберите CAL (SELECT) в меню CALIBRATION. С помощью SELECT выберите показание 7,01 и нажмите SETUP. Выключите прибор. Обмойте зонд снова дистиллированной водой. Прибор к работе готов. Аналогично проводится калибровка

для кондуктометрии. Включите прибор. Режим измерения выбирается кнопкой HOLD/SET. Измерьте температуру, pH, удельную электропроводность (EC, mS/cm), используя для переключения режимов кнопку RANGE. Результаты занесите в таблицу 1.



Рисунок 1. Карманный (чекер) pH-метр / кондуктометр / термометр



Рисунок 2. Портативный pH-метр / кондуктометр / термометр

Таблица 1. Результаты измерений гидро-химических показателей воды

Показатели	Результаты измерений
Водородный показатель (pH)	
Удельная электропроводность (EC)мСм/см (mS/cm)
Общее солесодержание (TDS) г/л
Температура (Т) °C

Задание 3. Ознакомьтесь с методикой работы с основными приборами для полевых и лабораторных исследований абиотических факторов среды. Обобщить полученные знания, заполнив таблицу 2. Осн. учебн. пособие [2].

1) Оксиметр является измерителем содержания растворённого кислорода (DO – Dissolved oxygen) в воде, который широко используется в гидроэкологии. Содержание кислорода в воде зависит от ее температуры, атмосферного давления, солености и фотосинтетической активности водных растений. Кислород является важным фактором, лимитирующим распространение гидробионтов. Различные виды загрязнителей снижают содержание кислорода в природных водах.



Рисунок 3. Портативный оксиметр

Проведение измерений. Для измерения растворенного кислорода в воду погружают зонд, который представляет собой полярографический датчик с мембраной, через которую диффундирует кислород и взаимодействует с полярографической системой, производя ток, соответствующий концентрации кислорода. Показания прибора регистрируют в трехкратной повторности. Единицы измерений – мг/л; диапазон измерений – от 0,00 до 19,9 мг/л.

Калибровка прибора. При подготовке прибора к работе требуется калибровка. Калибровка выполняется по двум точкам: нулевой точке (по раствору с нулевым содержанием растворенного кислорода) и точке со 100% содержанием (производится на воздухе). Для калибровки по нулевой точке датчик (зонд) погружается в специальную жидкость (калибровочную). Компании, производящие приборы, предлагают соответствующие калибровочные жидкости.

2) рН-метр. Предназначен для измерения уровня рН (водородного показателя). Дополнительно, ряд приборов предусматривают измерение окислительного или восстановительного потенциалов раствора (ОВП) и температуры.

Водородный показатель (рН) – концентрации свободных ионов водорода. Измеряется в водных растворах, воде, пищевой продукции и сырье, почве и производственных системах. Величина рН влияет на жизнедеятельность растений, устойчивость различных форм миграции элементов, агрессивное действие воды, на процессы превращения биогенных элементов, изменяет токсичность загрязняющих веществ. Изменения рН в водной среде тесно связаны и с процессами фотосинтеза (из-за потребления CO_2 водной растительностью). Для животных, обитающих в почве, высокая кислотность может создавать экстремальные условия.

Температура воды в водоеме определяется солнечной радиацией, испарением, теплообменом с атмосферой, течениями, турбулентным перемешиванием вод и др. Температура воды – важнейший фактор, влияющий на протекающие в водной среде физические, химические, биохимические и биологические процессы, от которого в значительной мере зависят кислородный режим и интенсивность процессов самоочищения.

Окислительно-восстановительный потенциал характеризует активность восстановителей или окислителей в любом растворе, т.е. способность этого раствора отдавать или принимать электроны. Его также называют редокс-потенциалом (от английского Reduction/Oxidation). Баланс окислительных и восстановительных биохимических процессов является важным фактором экологического благополучия среды, являющийся мерой химической активности элементов в обратимых окислительно-восстановительных процессах, связанных с изменением заряда ионов в растворах. Методика работы с данным прибором описана в задании 1.

3) Кондуктометр. Прибор для измерения электропроводности и общего содержания (солесодержание) растворённых твёрдых веществ, солёности (концентрация NaCl). Кондуктометры используются для измерения уровня содержания солей в водо-проводной воде, минеральной воде, скважинах, колодцах, аквариумах и бассейнах, оценки жесткости воды для бытовой техники, проверки эффективности работы бытовых очистительных систем, работающих по принципу обратного осмоса и бытовых фильтров, а также при исследованиях абиотических факторов водной среды при гидроэкологических исследованиях.



Рисунок 4. Портативный кондуктометр

Минерализация или солесодержание – это суммарный количественный показатель содержания растворенных в воде веществ (TDS – Total Dissolved Solids). К числу наиболее распространенных относятся неорганические соли (в основном бикарбонаты, хлориды и сульфаты кальция, магния, калия и натрия) и небольшое количество органических веществ, растворимых в воде. Уровень солесодержания определяет качество воды. Кроме природных факторов, на общую минерализацию воды влияют промышленные сточные воды, городские ливневые стоки (особенно когда соль используется для борьбы с обледенением дорог). Минерализации (TDS) выражаются в ppm (parts per million – частиц на миллион) или в мг/л – $1\text{ppm}=1\text{мг/л}$.

Электропроводность (ЕС – Electrical Conductivity). Общее солесодержание определяет осмотическое давление, но эту величину трудно измерить. Поэтому удобнее для определения общего содержания растворенных солей использовать свойство водных растворов проводить электрический ток. Чем больше в воде диссоциированных молекул, тем выше ее электропроводность. Как правило, чем выше жесткость воды, тем больше ее удельная электропроводность. Единицей измерения служат миллисименс (млСм – mS) или микросименс (мкСм – μS). $1\text{mS} = 1000\mu\text{S}$. Чаще всего ее выражают в виде удельной электропроводности в мкСм/см. Методика работы с данным прибором описана в задании 1.

4) Турбидиметр – измеритель мутности и свободного/общего хлора. Этот прибор представляет собой комбинацию нефелометра и фотометра для измерения наиболее важных параметров питьевой воды: мутности и хлора. Мутность является одним из наиболее важных параметров, используемых для определения качества питьевой воды и мониторинга сточных вод. В природной воде, измерения мутности производятся для общей оценки водной среды для обитания различных организмов. Мутность воды является оптическим свойством, вызывающим рассеивание и поглощение света, что вызвано взвешенными твердыми частицами. Чем выше значение мутности, тем больше рассеивание света. Даже очень чистая жидкость в определенной степени будет рассеивать свет, поскольку ни один раствор не может иметь нулевую мутность.



Рисунок 5. Портативный турбидиметр

Мутность измеряется в NTU (нефелометрические единицы мутности), содержание свободного или общего хлора в мг/л.

Проведение измерений. Для измерения мутности в воду погружают зонд. Показания прибора регистрируют в трехкратной повторности.

Калибровка прибора. Калибровка может быть выполнена по двум, трём или четырём точкам с помощью входящих в комплект поставки стандартов мутности.

5) Психрометрические гигрометры – приборы для измерения относительной влажности воздуха в различных помещениях при проведении экспериментов, когда требуется поддержание определенных показателей микроклимата и при метеорологических наблюдениях.

Различают абсолютную и относительную влажность воздуха. Абсолютная влажность воздуха (f) – это количество водяного пара, фактически содержащегося в 1 м^3 воздуха. Отношение величины абсолютной влажности воздуха при данной температуре к величине его влагоемкости при той же температуре называется относительной влажностью воздуха (ϕ) и выражается в процентах.

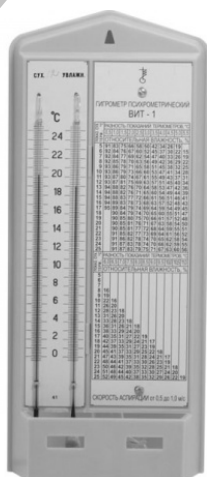


Рисунок 6. Психрометрический гигрометр



Рисунок 7. Электронный термогигрометр

Психрометрический гигрометр представляют собой пластиковое основание, на котором закреплены температурная шкала и два капилляра, резервуар одного из которых увлажняется фитилем из ткани, опущенным в питатель с водой, а также таблица для определения относительной влажности воздуха по разнице показаний «сухого» и «увлажненного». При проведении измерений снимают показания сухого и влажного термометров и находят относительную влажность по психрометрической таблице. В настоящее время широко распространены различные электронные гигрометры (рисунок 7).

б) Люксметр. Предназначен для измерения освещенности в видимой области спектра, создаваемой искусственными или естественными источниками. Он может применяться для контроля уровня освещенности рабочих мест, а также при выполнении ряда экологических исследований. Видимый свет, как абиотический фактор среды, играет важную роль в процессе фотосинтеза, в суточной и сезонной активности животных и является важной характеристикой местообитаний.

Люксметр состоит двух блоков: фотометрической головки и блока обработки сигналов. Освещённость измеряется в люксах (лк).



Рисунок 8. Люксметр

7) Метеорологический барометр-анероид. Предназначен для измерения давления в наземных условиях. Диапазон измерений, кПа (мм рт.ст.) – 80...106 (600...800). 1 кПа=7,5 мм рт.ст.

Воздух обладает массой и весом, гравитационное поле делает воздушные массы у поверхности земли наиболее плотными; следовательно, воздух обладает наибольшим давлением. С поднятием на высоту плотность и давление воздуха уменьшаются. На поверхности земли колебания атмосферного давления связаны с погодными условиями и не превышают 4–10 мм рт. ст. За нормальное атмосферное давление условно принято давление воздуха 760 мм.



Рисунок 9. Барометр-анероид

8) Анемометр. Прибор для измерения скорости ветра или движения газов. Используется при оценке показателей микроклимата. В эколого-гигиенических исследованиях наиболее часто используется ручной крыльчатый (вентиляционный) анемометр. Порог чувствительности прибора 0,2 м/сек.



Рисунок 10. Чашечный анемометр

Таблица 2. Основные способы измерения абиотических факторов окружающей среды

Фактор среды	Приборы для измерения	Единицы измерений	Область применения
Температура			
Влажность			
Освещенность			
Скорость ветра			
Атмосферное давление			
Химический состав воды			
Химический состав почвы			

Задание 4. Классифицировать факторы среды, приведенные в списке. Результаты занести в таблицу 3. Осн. учебн. пособие [1, 3].

Температура воды, содержание нитратов в тканях растений, создание заповедников, влажность почвы, световой режим, вибрации, отношения хищник-жертва, эктопаразитизм, толщина снегового покрова, концентрация солей в воде, содержание кислорода в почве, шум морского прибоя, наличие свинца в воде, проективное покрытие трав на лугу, толщина лесной подстилки, наличие

нефтепродуктов в почве, уровень грунтовых вод, личинки гусениц бабочек-голубянок в муравейниках, поверхностно-активные вещества в водоеме, личинки мух в почве, повышения рельефа, высокий радиационный фон, ультрафиолетовое излучение, гумусовый слой, разлагающаяся древесина, содержание кадмия в почве, размер почвенных частиц, микроорганизмы в желудке парнокопытных, конкуренция за самку, шум автомобильного транспорта, влажность воздуха, длина светового дня, кислотность почвы.

Таблица 3. Классификация факторов окружающей среды

Абиотические	Биотические	Антропоические

ЛИТЕРАТУРА

Основные учебные пособия:

1. Лекционный материал.
2. Практикум по общей экологии.
3. Радкевич В.А. Экология / В.А. Радкевич. – М.: 1998. – 159 с.

Дополнительные учебные пособия:

1. Бигон, М. Экология: особи, популяции и сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. М.: Мир, 1989. В 2 т.
2. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М.: Прогресс, 1980. – 328 с.

ЗАНЯТИЕ № 2. ОСВЕЩЕННОСТЬ, ВЛАЖНОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРА КАК ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ

Цель занятия: дать оценку освещенности, влажности и температуре – как основным факторам окружающей среды; сформировать навыки измерения данных факторов.

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ:

практикум, термометры, гигрометры, электронный термогигрометр, люксметр, гербарий.

ВОПРОСЫ ДЛЯ АУДИТОРНОГО КОНТРОЛЯ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ:

1. Свет, его экологическое значение.
2. Фотопериод, фотопериодизм.
3. Влажность и организм.
4. Температура и организм. Экто- и эндотермные животные.
5. Принципы экологической классификации организмов.
6. Биологические ритмы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Задание 1. Определение температуры воздуха. Осн. учебн. пособие [1, 2].

Для измерения температуры воздуха применяют ртутные, спиртовые и электронные термометры. Ртутные термометры отличаются большой точностью и позволяют измерять температуру в более широких пределах – от -35° до $+375^{\circ}$ С.

Спиртовые термометры менее точны, но дают возможность измерять низкие температуры (до -70°), что нельзя определить ртутными термометрами (ртуть замерзает при $-37,4^{\circ}$ С).

Для точного определения температуры воздуха в помещении и определения ее равномерности измерения проводят в различных точках и затем определяют среднее значение.

Измерения температуры наружного воздуха проводят в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Резервуары термометров помещаются на высоте 2 метров над поверхностью почвы в метеорологической будке. При специальных исследованиях состояния приземного слоя воздуха термометры помещаются на различных уровнях.

Измерьте температуру в пяти точках: отстоящих на 50 см от наружной и внутренней стен, на уровне 25 см от пола, 2 м от пола и 25 см от потолка. Продолжительность измерения в каждой точке должна быть не менее 10 мин с момента установки термометра. Термометр необходимо располагать так, чтобы на него не действовали прямые солнечные лучи, тепло от нагревательных установок и приборов, охлаждения от окон. Результаты измерений занесите в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты измерений температуры учебной аудитории

Место измерения	Результаты
50 см от наружной стены	
50 см от внутренней стены	
25 см от пола	
2 м от пола	
25 см от потолка	
Среднее значение	

Задание 2. Определить относительную влажность воздуха. Учебн. пособие [1, 2].

Относительная влажность – отношение абсолютной влажности к максимальной влажности, выраженное в %. Обозначается буквой R .

$$R = \frac{A}{E} \times 100\%$$

Измерьте относительную влажность воздуха учебной аудитории с помощью гигрометра. Для этого зарегистрируйте показания влажного и сухого термометров, определите разницу этих показаний и по психрометрической таблице на корпусе прибора. Показатель относительной влажности будет находиться в точке пересечения текущей температуры сухого термометра и разницы температур между сухим и влажным термометром. Измерьте влажность электронным термогигрометром. Сравните данные измерений, полученные разными способами. Результаты измерений запишите в тетрадь.

Задание 3. Измерить уровень освещенности. Осн. учебн. пособие [1, 2].

Освещенность – это физическая величина, представляющая собой отношение светового потока, падающего на единицу площади, которая измеряется в Люксах – Лк. Измерение освещенности осуществляется люксметром.

Измерьте освещенность учебной аудитории. Для этого расположите фотометрическую головку параллельно плоскости измеряемого объекта, например поверхности стола, и считайте показания дисплея. Если на дисплее появится символ «1» , это указывает на перегрузку по входному сигналу, поэтому нужно переключить прибор в другой диапазон измерений, например с «Лк» в «Клк». Измерьте уровень

искусственного и естественного освещения. Результаты измерений запишите в тетрадь, сделайте вывод.

Задание 4. Установить принадлежность растения к определенной экологической группе по отношению к влажности. Осн. учебн. пособие [1, 2]. Доп. учебн. пособие [3].

Рассмотрите гербарий предложенных растений, обращая внимание на морфологические признаки, и распределите их по экологическим группам. Результаты занесите в таблицу 2.

Таблица 2. Распределение растений по экологическим группам по отношению к влажности

Название растения	Гигрофиты	Мезофиты	Ксерофиты

Задание 5. Установить принадлежность растения к определенной экологической группе по отношению к свету. Осн. учебн. пособие [1, 2]. Доп. учебн. пособие [3].

Рассмотрите гербарий предложенных растений, обращая внимание на морфологические признаки, и распределите их по экологическим группам по отношению к свету. Результаты занесите в таблицу 3.

Таблица 3. Распределение растений по экологическим группам по отношению к свету

Название растения	Гелиофиты	Сциофиты	Факультативные гелиофиты

ЛИТЕРАТУРА

Основные учебные пособия:

1. Лекционный материал.
2. Практикум по общей экологии.
3. Радкевич В.А. Экология / В.А. Радкевич. – М.: 1998. – 159 с.

Дополнительные учебные пособия:

1. Бигон, М. Экология: особи, популяции и сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. М.: Мир, 1989. В 2 т.
2. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М.: Прогресс, 1980. – 328 с.
3. Лемеза Н.А. Практикум по экологии растений: учеб. пособие / Н.А. Лемеза, И.И. Смолич. – Мн.: БГУ, 2004. – 59 с.

ЗАНЯТИЕ № 3. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ

Цель занятия: изучить закономерности влияния экологических факторов на растительные организмы; сформировать навыки комплексной оценки воздействия экологических факторов.

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ:

практикум, гербарий.

ВОПРОСЫ ДЛЯ АУДИТОРНОГО КОНТРОЛЯ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ:

1. Пределы экологической толерантности организмов.
2. «Правило минимума» – как основа учения о лимитирующих факторах.
3. Закон толерантности Шелфорда.
4. Экологическая валентность и экологические индикаторы.
5. Типы адаптаций организмов к действию факторов среды.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Задание 1. Определить пределы экологической валентности растений нашего региона. Из предложенных гербарных образцов выберите растения с широкой экологической валентностью (эврибионты) и с узкой (стенобионты). Осн. учебн. пособие [1, 2, 3]. Результаты измерений занесите в таблицу 1.

Таблица 1. Экологическая валентность растений

Название растения	Эврибионт	Стенобионт	Места произрастания

Задание 2. Изучить морфологические адаптации растений по отношению к влажности. Осн. учебн. пособие [2]. Доп. учебн. пособие [3]. Последовательно рассмотрите поперечные срезы растений (рисунки 1-3), обращая внимание на степень развития указанных ниже признаков. Заполните таблицу 2.

Таблица 2. Особенности строения растений, произрастающих в различных условиях влажности

Морфологические адаптации растений	Камыш озерный	Клевер луговой	Алоэ древовидное	Ковыль перистый
Толщина эпидермиса с кутикулой				
Палисадная ткань (число слоев, величина и форма клеток)				
Губчатая паренхима (степень развития)				
Аэренхима				

Положение устьиц				
Условия обитания растения				
Экологическая группа по отношению к влажности				

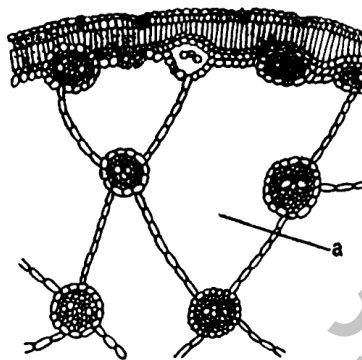


Рисунок 1. Часть поперечного среза стебля камыша озерного (а — крупные полости аэренхимы)

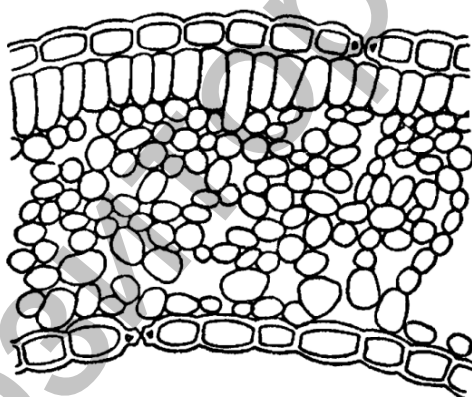


Рисунок 2. Часть поперечного среза листа клевера лугового

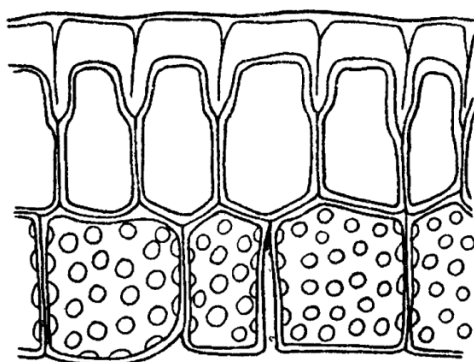


Рисунок 3. Часть поперечного среза листа алоэ



Рисунок 4. Поперечный срез листа ковыля

Задание 3. Изучить морфологические адаптации растений по отношению к свету. Осн. учебн. пособие [2]. Доп. учебн. пособие [3]. Сравните степень выраженности морфологических признаков световых и теневых листьев сирени (рисунок 5). Результаты занесите в таблицу 3.

Таблица 3. Особенности строения листьев сирени, произрастающих в различных условиях освещенности

Характеристика растений по отношению к свету	Типы листьев	
	световые	теневые
Толщина эпидермиса с кутикулой (степень развития)		
Палисадная ткань (число слоев, величина и форма клеток)		
Губчатая паренхима (степень развития)		

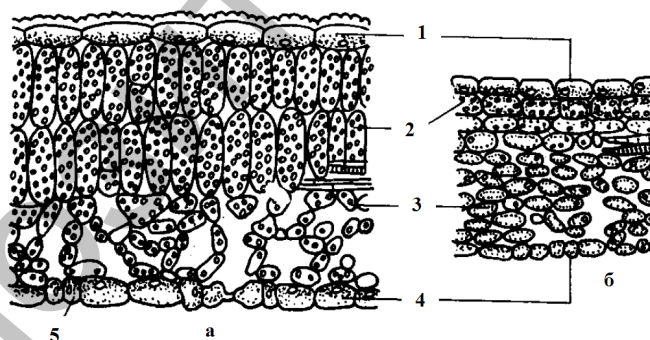


Рисунок 5. Световой (а) и теневой (б) листья сирени. 1 – верхний эпидермис; 2 – палисадная паренхима; 3 – губчатая паренхима; 4 – нижний эпидермис; 5 – устьице.

Задание 4. Изучить взаимные адаптации энтомофильных растений и насекомых опылителей. Учебн. пособие [2].

а) Рассмотрите гербарные образцы выберите энтомофильные растения. Дайте отличия энтомофильных и анемофильных растений, заполнив таблицу 4.

Таблица 4. Признаки энтомофильных и анемофильных растений

Признак	Энтомофильные	Анемофильные
Цветки мелкие, невзрачные		
Цветки крупные или		

собраны в соцветия, ярко окрашены		
Венчик в большинстве случаев слабо выражен		
Венчик чашеобразный, колокольчатый, головчатый мотыльковый, воронковидный, трубчатый		
Наличие нектара и аромата		
Отсутствие запаха		
Много пыльцы, сухой легкой		
Пыльца достаточно крупная, липкая		
Тычинки на длинных, свисающих нитях		
Тычинки внутри цветков		
Рыльца пестиков крупные		
Рыльца пестиков небольшие		
Цветут до распускания листьев		

б) Рассмотрите гербарные образцы энтомофильных растений. Найдите соответствие формы венчика и типа ротового аппарата насекомого, используя таблицу 5 и рисунок 6. Заполните таблицу 6.

Таблица 5. Адаптации опылителей к соответствующим типам венчиков

Признак	Тип венчиков						
	Чашеобразные	Колокольчатые	Головчатые	Мотыльковые	Цветки с зевом	Воронковидные	Трубчатые
Таксоны насекомых	жуки, мухи	пчелы	пчелы, бабочки	пчелы	пчелы	дневные бабочки	ночные бабочки
Способ добычи корма	посадка	внутри цветка	посадка	посадка, раскрытие цветка	посадка, раскрытие цветка	посадка без вползания	парение или посадка на побег
Типы ротовых аппаратов насекомых	грызущий, лижущий	грызущесосущий	грызущесосущий, сосущий	грызущесосущий	грызущесосущий	сосущий	сосущий

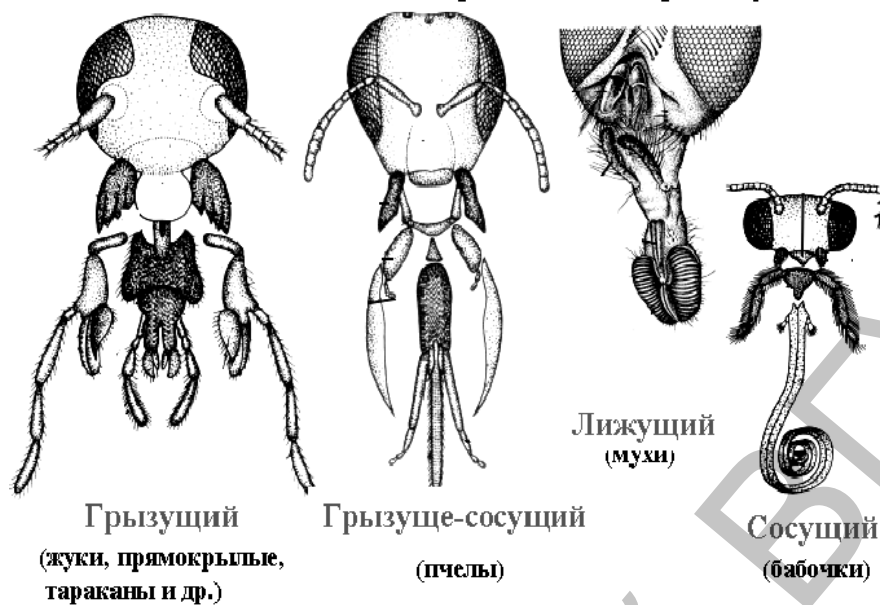


Рисунок 6. Типы ротовых аппаратов насекомых-опылителей.

Таблица 5. Соответствие формы венчика и насекомого-опылителя

Вид растения	Тип венчика	Опылители

ЛИТЕРАТУРА

Основные учебные пособия:

1. Лекционный материал.
2. Практикум по общей экологии.
3. Радкевич В.А. Экология / В.А. Радкевич. – М.: 1998. – 159 с.

Дополнительные учебные пособия:

1. Бигон, М. Экология: особи, популяции и сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. М.: Мир, 1989. В 2 т.
2. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М.: Прогресс, 1980. – 328 с.
3. Лемеза Н.А. Практикум по экологии растений: Учебное пособие / Н.А. Лемеза, И.И. Смолич. – Мн.: БГУ, 2004. – 59 с.

ЗАНЯТИЕ № 4. ВОДНАЯ СРЕДА

Цель занятия: дать оценку экологических условий водной среды; сформировать навыки измерения гидро-химических показателей.

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ:

практикум, рН-метр, кондуктометр, пробы воды из водоемов различных типов, биоматериал, ноутбук.

ВОПРОСЫ ДЛЯ АУДИТОРНОГО КОНТРОЛЯ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ:

1. Общая характеристика экологических условий водной среды.
2. Экологические группы организмов по отношению к водной среде.
3. Экологическая классификация пресноводных водоемов.
4. Экологическая характеристика стоячих и текучих вод.
5. Основные зоны пресноводных водоемов.
6. Особенности Мирового океана как среды обитания.
7. Горизонтальная и вертикальная зональность моря.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Задание 1. Определение pH воды из различных источников. Осн. учебн. пособие [1, 2].

Природные воды в зависимости от pH делят на семь групп: сильнокислые ($\text{pH} < 3$), кислые ($\text{pH} = 5\text{--}6.5$), нейтральные ($\text{pH} = 6.5\text{--}7.5$), слабощелочные ($\text{pH} = 7.5\text{--}8.5$), щелочные ($\text{pH} = 8.5\text{--}9.5$) и сильнощелочные ($\text{pH} > 9.5$).

Подготовьте прибор к работе. Для этого ополосните зонд дистиллированной водой, проведите калибровку прибора с использованием калибровочной жидкости. Включите прибор в режим измерения pH. Проведите измерения три раза в каждой из проб, рассчитайте среднее значение и его ошибку. Вновь ополосните зонд дистиллированной водой. Результаты измерений занесите в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты измерений гидро-химических показателей воды

Показатели	Ручей	Река	Озеро	Пруд
Водородный показатель (pH)				
Удельная электропроводность (ЕС), мСм/см (mS/cm)				
Общее солесодержание (TDS), г/л				

Задание 2. Определение удельной электропроводности воды из различных источников. Осн. учебн. пособие [2].

Электропроводность характеризует общее содержание растворенных солей в воде, основанное на свойстве водных растворов проводить электрический ток. Чем больше в воде диссоциированных молекул, тем выше ее электропроводность.

Подготовьте прибор к работе. Для этого ополосните зонд дистиллированной водой, проведите калибровку прибора с использованием калибровочной жидкости. Включите прибор в режим измерения ЕС. Проведите измерения три раза в каждой из проб, рассчитайте среднее значение и его ошибку. Вновь ополосните зонд дистиллированной водой. Результаты измерений занесите в таблицу 1.

Задание 3. Определение общего солесодержания воды из различных источников. Осн. учебн. пособие [2].

Солесодержание или минерализация – это суммарный количественный показатель содержания растворенных в воде веществ. К числу наиболее распространенных относятся неорганические соли (в основном бикарбонаты, хлориды и сульфаты кальция, магния, калия и натрия) и небольшое количество органических веществ.

Подготовьте прибор к работе. Для этого ополосните зонд дистиллированной водой. Включите прибор в режим измерения TDS. Проведите измерения три раза в каждой из проб, рассчитайте среднее значение и его ошибку. Вновь ополосните зонд

дистиллированной водой и приготовьте прибор к хранению. Результаты измерений занесите в таблицу 1.

Задание 4. Определение цветности воды. Осн. учебн. пособие [2].

Цветность природных вод обусловлена присутствием гумусовых веществ и соединений железа трехвалентного. Концентрация этих веществ зависит от геологических условий, водоносного горизонта, типа почв, наличия болот и торфяников. Высокая цветность воды оказывает отрицательное влияние на развитие водных организмов в результате снижения концентрации растворенного в воде кислорода, который расходуется на окисление соединений железа и гумусовых веществ, а также ухудшает проникновение света. Цветность выражается в градусах платиново-кобальтовой шкалы и определяется путем сравнения окраски испытуемой воды с эталонами. Цветность природных вод колеблется от единиц до тысяч градусов. Оценка цветности воды производится визуально или методом фотокалориметрии с применением специальных методик.

Определите визуально цветность воды. Для этого заполните пробирку водой до высоты 10-12 см. Определите цветность воды, рассматривая пробирку сбоку и сверху на белом фоне при достаточном боковом освещении. Отметьте наиболее подходящий оттенок используя таблицу 2. Результаты занесите в таблицу 3.

Таблица 2. Показатели цветности воды

Окрашивание сбоку	Окрашивание сверху	Цветность в градусах
нет	нет	Менее 10
нет	едва уловимое, бледно-желтоватое	10
нет	очень слабое, желтоватое	20
едва уловимое, бледно-желтоватое	желтоватое	40
едва уловимое, бледно-желтоватое	слабо-желтое	80
очень бледно-желтое	бледно-желтое	150
бледно-зеленоватое	интенсивно-желтое	300
желтое	интенсивно-желтое	500

Таблица 3. Результаты измерений цветности, мутности и прозрачности воды

Показатели	Ручей	Река	Озеро	Пруд
Цветность воды				
Мутность воды				
Прозрачность воды				

Задание 5. Определение мутности и прозрачности воды. Осн. учебн. пособие [2].

Мутность ухудшает протекание процессов фотосинтеза и влияет на микробиологические показатели воды, так как большинство микроорганизмов сорбируется на поверхности или находится в середине взвешенных частиц. Мутность можно определить с помощью прибора турбидиметра, а также визуально с использованием шкалы (таблица 4). Результаты занесите в таблицу 3.

Определите мутность воды, используя стеклянный цилиндр, печатный текст на белой бумаге и линейку. Внутренний диаметр цилиндра – 2,5 см, высота 60 см. Образец шрифта – высота 3,5 см, ширина 0,35 мм.

Тщательно перемешайте пробу и перелейте в цилиндр. Добейтесь хорошего освещения шрифта при отсутствии попадания света на боковую поверхность цилиндра.

Установите цилиндр на высоте около 4 см над образцом шрифта и попытайтесь рассмотреть его через воду. Сливая или доливая воду в цилиндр, определите высоту столба в см, позволяющего наиболее отчетливо рассмотреть шрифт. Измеренное значение высоты столба (прозрачности) запишите с точностью до 1 см. На основании полученных данных определите мутность образцов воды в мг/л. Результаты занесите в таблицу 3.

Таблица 4. Показатели прозрачности и мутности воды

Прозрачность, см	Мутность, мг/л	Прозрачность, см	Мутность, мг/л	Прозрачность, см	Мутность, мг/л
4	285	14	65,0	24	38,0
5	185	15	61,0	26	35,1
6	158	16	56,0	28	32,5
7	130	17	58,4	30	30,5
8	114	18	48,0	32	28,6
9	102	19	46,0	34	26,9
10	92	20	44,5	36	25,4
11	83	21	43,3	38	24,2
12	76	22	41,4	40	23,0

Задание 6. Определить принадлежность обитателей водной среды к определенной экологической группе. Осн. учебн. пособие [1, 2, 3].

а) Из представленного ниже перечня выберите организмы, относящиеся к определенной группе (бентос, планктон, нектон, перифитон, нейстон) и соответствующие им адаптации. Заполните таблицу 5.

Представители: полярная медуза, актиния, скат, дельфин, щука, личинка ручейника, беззубка, катушка, малый прудовик, клопы-водомерки, жуки-вертячки, личинка комара-хирономиды, щука, водный скорпион, каракатица, зеленые водоросли, малощетинковые черви, ряски, личинки стрекоз, коловратки, инфузории, лещ, дафнии, циклопы, диатомовые водоросли, цианобактерии.

Адаптации: удельная поверхность больше удельного веса, низкая масса тела, обтекаемая форма тела, мелкие размеры, тело покрыто слизью, тяжелый скелет, уплощенное тело с выростами и придатками, органы прикрепления к грунту, плавательный пузырь, тело уплощенное в дорзо-вентральном направлении, тонкие хитиновые выросты на конечностях, жгутики и реснички, «реактивное» передвижение, сильная обводненность цитоплазмы клеток, высокое содержание жира в цитоплазме клеток, приспособления к удержанию на твердом субстрате, временный переход к планктонному образу жизни, защита от захоронения оседающей взвесью, гидрофобная поверхность тела.

Таблица 5. Классификация водных организмов и их адаптации к водной среде

Экологическая группа	Представители	Адаптации
Планктон		
Нектон		
Бентос		
Перифитон		
Нейстон		

б) Рассмотрите предложенные влажные препараты водных организмов и определите их принадлежность к экологическим группам. Результаты запишите в тетрадь.

ЛИТЕРАТУРА

Основные учебные пособия:

1. Лекционный материал.
2. Практикум по общей экологии.
3. Радкевич В.А. Экология / В.А. Радкевич. – М.: 1998. – 159 с.

Дополнительные учебные пособия:

1. Бигон, М. Экология: особи, популяции и сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. М.: Мир, 1989. В 2 т.
2. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М.: Прогресс, 1980. – 328 с.

ЗАНЯТИЕ № 5. НАЗЕМНО-ВОЗДУШНАЯ СРЕДА

Цель занятия: дать оценку условий обитания в наземно-воздушной среде; сформировать навыки измерения экологических факторов наземной среды.

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ:

практикум, коллекции жужелиц, гербарий, дистиллированная вода.

ВОПРОСЫ ДЛЯ АУДИТОРНОГО КОНТРОЛЯ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ:

1. Типы биомов и их классификация.
2. Экологические особенности наземно-воздушной среды.
3. Жизненные формы обитателей наземно-воздушной среды.
4. Почва как среда жизни.
5. Жизненные формы обитателей почвы.
6. Живые организмы как среда жизни.
7. Экологические адаптации эндобионтов к среде обитания.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Задание 1. Определить принадлежность растений к определенной жизненной форме. Осн. учебн. пособие [1, 2, 3].

Изучите гербарные образцы растений и распределите их согласно классификации жизненных форм предложенной К. Раункером. Результаты занесите в таблицу 1.

Согласно классификации К. Раункера, основанной на высоте расположения почек возобновления над почвой, растения подразделяются на пять основных групп: фанерофиты (почки возобновления находятся высоко над поверхностью почвы), хамефиты (почки находятся невысоко – 20–25 см, как правило, зимой защищены снежным покровом), гемикриптофиты (почки в неблагоприятный период года находятся на уровне почвы и защищены чешуями, опавшими листьями и снежным покровом), криптофиты (почки возобновления закладываются в виде луковиц, клубней, корневищ либо под водой), терофиты (преимущественно однолетние растения, переживающие неблагоприятные условия в виде семян).

Таблица 1. Жизненные формы растений

Жизненная форма	Представители
Фанерофиты	
Хамефиты	
Гемикриптофиты	
Криптофиты	
Терофиты	

Задание 2. Определить принадлежность жуков-жужелиц к определенной жизненной форме. Осн. учебн. пособие [2]. Доп. учебн. пособие [3].

Изучите коллекционные материалы и распределите представителей различных видов согласно классификации жизненных форм предложенной И.Х. Шаровой. Результаты занесите в таблицу 2.

Согласно классификации И.Х. Шаровой жуки-жужелицы по морфологическим особенностям, обусловленным средой обитания, делятся на два крупных класса: зоофаги и миксофитофаги. Зоофаги, питающиеся животной пищей, характеризуются следующими признаками: продолговатая голова, вытянутые мандибулы с острым режущим краем, относительно длинные конечности, способствующие высокой двигательной активности. Миксофитофаги, питающиеся преимущественно растительной пищей, отличаются такими признаками как шаровидная голова со слабо выступающими короткими мандибулами, компактное овальное или цилиндрическое тело, короткие ноги, что обусловлено менее подвижным образом жизни.

Зоофаги, в свою очередь, имеют различия в строении связанные с ярусом обитания и специализацией к характеру передвижения в этом ярусе. Поэтому среди класса зоофаги выделены такие основные группы, как фитобионты (охотятся в древесном и травяном ярусах, имеют узкое тело и конечности с зацепкой и могут иметь яркую окраску), эпигеобионты (охотятся на поверхности почвы, имеют выпуклое тело, ноги бегательного или ходильного типа), стратобионты (обитают в лесной подстилке, скважинах почвы, норах, имеют конечности бегательного типа, плоское тело), геобионты (имеют короткие и массивные конечности роющего типа, цилиндрическое тело, среднегрудь образует перетяжку) и др.

Таблица 2. Жизненные формы жуков-жужелиц

Жизненная форма	Представители
Миксофитофаги	
Зоофаги фитобионты	
Зоофаги эпигеобионты	
Зоофаги стратобионты	
Зоофаги геобионты	

Рассмотрите внешний вид жуков-жужелиц, обитающих в разных ярусах биогеоценоза. Отметьте морфологические признаки, способствующие адаптации к разным экологическим условиям. Заполните таблицу 3.

Таблица 3. Особенности морфологии жужелиц-зоофагов разных жизненных форм

Признаки	Фитобионты	Эпигеобионты	Геобионты	Стратобионты
Форма тела				
Тип конечностей				
Степень развития мандибул				
Окраска				

КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ ПО МОДУЛЮ 1

1. Раздел экологии, изучающий реакции организма на воздействие факторов среды, называется:

- а) аутэкологией;
- б) демэкологией;
- в) синэкологией;
- г) социальной экологией.

2. Совокупность необходимых для жизни организма элементов, составляющих с организмом диалектическое единство, – это

- а) среда обитания;
- б) условия существования;
- в) биотоп;
- г) экологический фактор.

3. Из перечисленных факторов выберите те, которые выпадают из рассматриваемой классификации:

- а) влажность;
- б) освещенность;
- в) температура;
- г) хищничество.

4. К проявлениям действия биотических факторов среды можно отнести:

- а) выпадение осадков;
- б) перенос пыльцы растений ветром;
- в) недостаток кислорода;
- г) разложение органических веществ в почве микроорганизмами.

5. К проявлениям действия абиотических факторов среды относят расселение:

- а) лопуха большого;
- б) одуванчика лекарственного;
- в) рябины обыкновенной;
- г) дуба черешчатого.

6. Абиотические факторы делят на:

- а) химические, физические, орографические;
- б) антропогенные и природные;
- в) биологические и социальные;
- г) биогенные и техногенные.

7. Диапазон благоприятного воздействия фактора на организмы называют зоной:

- а) экологической;
- б) пессимума;
- в) буферной;
- г) оптимума.

8. Диапазон неблагоприятного воздействия фактора на организмы называют зоной:

- а) экологической;
- б) пессимума;
- в) буферной;
- г) оптимума.

9. Свойство видов адаптироваться к тому или иному диапазону факторов среды обозначается понятием:

- а) изменчивость;
- б) экологическая пластичность;
- в) сопротивляемость;
- г) резистентность.

10. Для характеристики организмов, способных выдерживать незначительные колебания какого-либо экологического фактора, используют приставку:

- а) ксеро-;
- б) мезо-;
- в) стено-;
- г) эври-.

11. Организмы, адаптированные к широкому диапазону колебаний температур, в экологии обозначают термином:

- а) пойкилотермные;
- б) термофилы;
- в) эвритермные;
- г) стенобатные.

12. Организмы, жизнедеятельность и активность которых зависит от поступающего извне тепла, называют:

- а) теплокровными;
- б) эндотермными;
- в) холоднокровными;
- г) гетеротермными.

13. Растения, которые могут произрастать только в условиях хорошего освещения, называются:

- а) факультативными гелиофитами;
- б) сциофитами;
- в) гелиофитами;
- г) умброфиты.

14. Фактор, интенсивность которого в количественном или в качественном отношении приближается к пределам выносливости вида, называется:

- а) абиотическим;
- б) регулирующим;
- в) первичным;
- г) ограничивающим.

15. Только в водной среде стало возможным:

- а) удлинение тела организмов;
- б) усвоение организмами солнечного света;
- в) появление пятипалых конечностей;
- г) возникновение фильтрационного типа питания.

16. Морфологическим способом поддержания нормального водного баланса у растений является:

- а) уменьшение площади корневой системы;
- б) развитие кутикулы на листьях;
- в) образование метаболической влаги;
- г) выделение сухой мочевины.

17. Сущность какого закона отражает формулировка: «Невозможность развития биосистемы определяется фактором, интенсивность которого приближается к своему минимальному значению»?

- а) закона минимума;
- б) закона необходимого разнообразия;
- в) закона эмерджентности;
- г) закона оптимума.

18. Закономерность, описывающая уменьшение площади выступающих частей тела у животных с постоянной температурой тела в холодных климатических условиях, вошла в науку как:

- а) принцип Олли;
- б) закон Гаузе;
- в) закон Геккеля;
- г) правило Аллена.

19. Ритмические изменения морфологических, биохимических и физиологических свойств и функций организмов под влиянием сезонного изменения соотношения светлой и темной частей суток называются:

- а) толерантностью;
- б) фотопериодизмом;
- в) адаптацией;
- г) фототаксисом.

20. Гомойотермным организмом является:

- а) чайка серебристая;
- б) бабочка крапивница;
- в) шмель обыкновенный;
- г) жук-навозник.

21. Пойкилотермным организмом является:

- а) плотва;
- б) барсук;
- в) косуля;
- г) трясогузка серая.

22. Экологическая группа «бентос» объединяет организмы:

- а) пассивно плавающие и переносимые морскими течениями;
- б) обитающие на дне водоема;
- в) способные передвигаться вплавь на значительные расстояния;
- г) обитающие в зоне пленки поверхностного натяжения.

23. Экологическая группа «планктон» объединяет организмы:

- а) пассивно плавающие и переносимые морскими течениями;
- б) обитающие по берегам водоема;
- в) способные передвигаться вплавь;
- г) обитающие в теплых морях.

24. Экологическая группа «нектон» объединяет организмы:

- а) пассивно плавающие и переносимые морскими течениями;
- б) обитающие по берегам водоема;
- в) не связанные с дном, способные к активному передвижению организмы;
- г) обитающие в теплых морях.

25. Экологическая группа «перифитон» объединяет организмы:

- а) пассивно плавающие и переносимые морскими течениями;
- б) обрастающие разнообразные субстраты;
- в) не связанные с дном, способные к активному передвижению организмы;
- г) обитающие в теплых морях.

26. Особенностью Мирового океана как водной среды обитания является:

- а) постоянная циркуляция воды;
- б) равномерное распределение жизни;
- в) постоянная температура воды;
- г) отсутствие растений.

27. К морфологическим приспособлениям к недостатку влаги у животных относят:

- а) ороговение покровов;
- б) поиск водопоя;
- в) строительство нор;
- г) развитие раковины.

28. Растения мезофиты обитают в условиях:

- а) избыточного увлажнения;
- б) засушливых;
- в) умеренной влажности;
- г) недостатка света.

29. К экологической группе гигрофитов относят:

- а) растения, обитающие в засушливых условиях;
- б) растения с хорошо развитой проводящей тканью;
- в) обитатели придонной зоны водоёмов;
- г) растения, обитающие в условиях повышенной влажности.

30. Жизненной формой называют:

- а) определенный тип внутреннего строения организмов, который отражает способ взаимодействия со средой жизни;
- б) тип внешнего и внутреннего строения наземных организмов;
- в) анатомо-морфологические особенности организмов, которые отражают способ взаимодействия со средой обитания;
- г) определенный тип строения организмов, связанный с метаморфозом.

ЛИТЕРАТУРА

Основные учебные пособия:

1. Лекционный материал.
2. Практикум по общей экологии.
3. Радкевич В.А. Экология / В.А. Радкевич. – М.: 1998. – 159 с.

Дополнительные учебные пособия:

1. Бигон, М. Экология: особи, популяции и сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. М.: Мир, 1989. В 2 т.
2. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М.: Прогресс, 1980. – 328 с.
3. Шарова, И.Х. Жизненные формы жулиц. – М.: Наука, 1981. – 359 с.

МОДУЛЬ 2. ДЕМЭКОЛОГИЯ

ЗАНЯТИЕ № 6. ПОНЯТИЕ ПОПУЛЯЦИИ. СТАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОПУЛЯЦИИ

Цель занятия: изучить статические свойства популяции; сформировать навыки оценки статических свойств популяции.

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ:

практикум, результаты натуральных наблюдений, коллекции насекомых.

ВОПРОСЫ ДЛЯ АУДИТОРНОГО КОНТРОЛЯ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ:

1. Популяция – форма существования вида и единица эволюции.
2. Элементарная, экологическая и географическая популяции.
3. Общая характеристика статических и динамических характеристик популяции.
4. Численность и плотность популяции и методы их оценки.
5. Пространственная структура популяции.
6. Демографическая структура популяции.
7. Генетические и этологические характеристики популяции.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Задание 1. Рассчитать среднюю плотность и относительную численность популяции. Осн. учебн. пособие [1, 2, 3]. Доп. учебн. пособие [3].

Плотность популяции, представляющая собой число особей (биомассу) данного вида в единице пространства (объема) рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{\sum x_i}{n}$$

где X – плотность популяции, x_i – число особей (биомасса) в выборке, n – число выборок (проб)

а) Используя результаты натуральных наблюдений, представленных в таблице 1, рассчитайте плотность популяций зяблика (в лесу площадью 50 км²) и зайца-русака (в агроценозе площадью 100 км²). Результаты получены подсчетом особей на 10 учетных площадках в каждом местообитании.

Таблица 1. Результаты учетов плотности популяций зяблика и зайца-русака

Вид	Плотность особей в выборках, экз/0,1 км ²										S, км ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Зяблик	96	76,8	89	96	83,2	94,6	88,4	85,2	81,8	97,3	50
Плотность особей в выборках, экз/км ²											
Заяц-русак	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	100
	14	12	12	12	10	14	12	10	10	12	

б) Используя результаты натуральных наблюдений, представленных в таблице 1, рассчитайте относительную численность зяблика (в лесу площадью 50 км²) и зайца-русака (в агроценозе площадью 100 км²), которая представляет собой отношение среднего числа особей в выборочных совокупностях к площади занимаемой территории, по формуле:

$$N = X * S$$

где N – относительная численность, X – плотность популяции, S – площадь ареала локальной популяции.

Задание 2. Определить характер пространственного распределения особей популяции. Учебн. пособие [1, 2, 3]. Доп. учебн. пособие [3].

Характер пространственного распределения особей популяции можно оценить по величине дисперсии, которая характеризует отклонение значений плотности особей в выборке относительно среднего значения по всем выборкам:

$$s^2 = \frac{\Sigma(x - m)^2}{n - 1}$$

где s^2 – мера рассеяния (дисперсия), x – число особей в выборке, m – среднее число особей в выборках, n – число всех выборок.

Рассчитайте дисперсию и определите тип пространственного распределения для популяций зяблика и зайца-русака, используя данные таблицы 1. Выберите соответствующую модель пространственного распределения из представленных на рисунке 1.

Для расчета дисперсии сначала вычислите среднее арифметическое (m) особей во всех выборках. Затем от среднего арифметического отнимите, по очереди, число особей каждой из 10 выборок ($m - x_1, m - x_2, m - x_3, \dots, m - x_{10}$). После этого каждое из полученных значений возведите в квадрат, так как многие значения могут оказаться отрицательными. Просуммируйте данные цифры и разделите на число выборок минус 1 ($n - 1$).

В случае равномерного распределения особей популяции s^2 соответствует нулю, поскольку число особей в каждой выборке постоянно и равно среднему. При случайном распределении среднее m и дисперсия s^2 равны. При групповом распределении дисперсия s^2 – выше среднего, и различия между ними тем выше, чем сильнее тенденция особей к образованию скоплений (агрегаций).

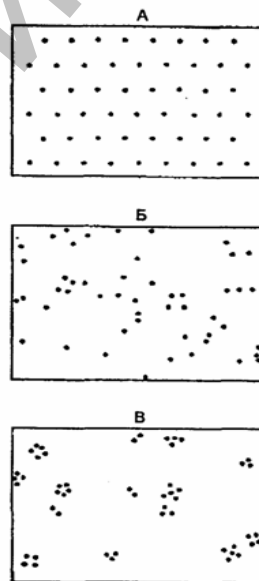


Рисунок 1. Основные типы распределения особей в популяции: А – равномерное распределение; Б – случайное распределение; В – групповое распределение (по Одуму, 1986).

Задание 3. Определить половую структуру популяции. Осн. учебн. пособие [1, 2, 3]. Доп. учебн. пособие [3].

Соотношение особей по полу в популяции и, в частности, доля размножающихся самок имеют большое значение для дальнейшего роста ее численности. Подсчитайте количество самцов и самок в предложенных коллекциях жужелиц, которые являются выборками из популяций в различных биотопах. Половой диморфизм у жужелиц выражается в следующем: у самцов несколько сегментов лапок расширены и имеют адгезивную подошву, средний сегмент усиков часто узловатый, тогда как у самок сегменты лапок узкие удлинённые.

Рассчитайте половые индексы по формуле:

$$I_s = \frac{n_o}{N}$$

где n_o – общее число половозрелых самок, N общая численность популяции.

Сравните половые индексы в разных популяциях. Дайте прогноз динамики численности данных популяций. Результаты запишите в тетрадь.

ЛИТЕРАТУРА

Основные учебные пособия:

1. Лекционный материал.
2. Практикум по общей экологии.
3. Радкевич В.А. Экология / В.А. Радкевич. – М.: 1998. – 159 с.

Дополнительные учебные пособия:

1. Бигон, М. Экология: особи, популяции и сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. М.: Мир, 1989. В 2 т.
2. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М.: Прогресс, 1980. – 328 с.
3. Гиляров, А.М. Популяционная экология: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 191 с.

ЗАНЯТИЕ № 7. ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОПУЛЯЦИИ

Цель занятия: изучить динамические свойства популяции; сформировать навыки оценки динамических свойств популяции.

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ:

практикум, результаты натурных наблюдений.

ВОПРОСЫ ДЛЯ АУДИТОРНОГО КОНТРОЛЯ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ:

1. Рождаемость (физиологическая, экологическая), биотический потенциал.
2. Смертность (минимальная и экологическая).
3. Основные типы кривых выживания и их приуроченность к различным группам организмов.
4. Модели роста популяции.
5. Типы колебаний численности. Экологические стратегии.
6. Факторы, влияющие на плотность популяции.
7. Популяция как саморегулирующаяся система. Гомеостаз популяции.
8. Концепция экологической ниши.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Задание 1. Рассчитать абсолютную и удельную рождаемость популяции. Осн. учебн. пособие [1, 2]. Доп. учебн. пособие [3].

Различают рождаемость абсолютную (B) и удельную (b). Абсолютная или общая рождаемость рассчитывается по формуле:

$$B = \frac{B_N}{\Delta t}$$

где B_N – число особей родившихся в популяции за промежуток времени Δt .

Удельная рождаемость рассчитывается по формуле:

$$b = \frac{B_N}{\Delta t \times N}$$

где B_N – число особей родившихся в популяции за промежуток времени Δt , N – число всех особей популяции.

Используя результаты натуральных наблюдений, представленных в таблице 1, рассчитайте абсолютную и удельную рождаемость зайца-русака в агроценозе за период 12 месяцев (Δt). За B_N примите сумму детенышей в 10 выборках.

Таблица 1. Результаты учетов плотности популяций

Вид	Плотность особей зайца-русака в выборках, экз/км ²									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
детеныши	6	5	6	5	4	5	6	5	4	5
взрослые	6	4	4	4	4	6	4	4	4	4
постре-продуктивные	2	3	2	3	2	3	2	1	2	3
всего	14	12	12	12	10	14	12	10	10	12
Плотность особей зяблика в выборках, экз/0,1 км ²										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
птены	60	48	56	60	52	59,2	55,2	56,8	51,2	60,8
взрослые	30	24	28	30	26	29,6	27,6	28,4	25,6	30,4
постре-продуктивные	6	4,8	5	6	5,2	5,8	5,6	6	5	6,1
всего	14	12	12	12	10	14	12	10	10	12

Задание 2. Рассчитать абсолютную и удельную смертность популяции. Осн. Учебн. Пособие [1, 2]. Доп. учебн. пособие [3].

Различают смертность абсолютную (D) и удельную (d). Абсолютная или общая смертность рассчитывается по формуле:

$$D = \frac{D_N}{\Delta t}$$

где D_N – число особей умерших в популяции за промежуток времени Δt .

Удельная смертность рассчитывается по формуле:

$$d = \frac{D_N}{\Delta t \times N}$$

где D_N – число особей умерших в популяции за промежуток времени Δt , N – число всех особей популяции.

Используя результаты натуральных наблюдений, представленных в таблице 1, рассчитайте абсолютную и удельную смертность зайца-русака в агроценозе за период 12 месяцев (Δt). За D_N примите 23 особи.

Задание 3. Рассчитать биотический потенциал популяции. Осн. Учебн. Пособие [1, 2]. Доп. учебн. пособие [3].

Популяция любого вида теоретически способна к неограниченному росту численности, в том случае если на нее не воздействуют лимитирующие факторы внешней среды. В данном (гипотетическом) случае скорость роста популяции будет зависеть только от величины ее биотического потенциала r , который отражает теоретически возможный максимум (ΔN) потомков одной особи за единицу времени (Δt – год или весь жизненный цикл), отнесенный к одной особи, при начальной численности популяции N_0 :

$$r = \frac{\Delta N}{N_0 \Delta t}$$

Однако, в природе биотический потенциал популяции никогда не реализуется полностью. Его величина обычно рассматривается как разность между рождаемостью и смертностью в популяциях:

$$r = b - d$$

где b – число родившихся, а d – число погибших особей в популяции за один и тот же период времени.

Рассчитайте биотический потенциал популяции зайца-русака в агроценозе, используя полученные ранее данные удельной рождаемости и смертности. Сделайте вывод, учитывая, что положительное значение r свидетельствует об устойчивости популяции в данных условиях обитания, тогда как отрицательное значение указывает на обратное. Кроме того, положительное значение r в совокупности с минимальным воздействием лимитирующих факторов и слабым взаимодействием с другими популяциями будет способствовать росту численности данной популяции.

Задание 4. Охарактеризовать динамику численности популяции. Осн. Учебн. Пособие [1, 2]. Доп. учебн. пособие [3].

а) Оценить динамику численности популяции на основании возрастной структуры.

Динамика численности напрямую связана с возрастной структурой популяции, в которой выделяют три возраста: предпродуктивный, репродуктивный и пострепродуктивный. Как правило, в сокращающихся популяциях преобладают постпродуктивные особи, которые уже не способны давать потомство. В растущих популяциях большинство составляют особи продуктивного возраста, способные к размножению. В стабильных популяциях это соотношение постпродуктивных и репродуктивных особей близко к 1:1. При благоприятных условиях среды в популяции имеются представители всех возрастных групп, и поддерживается достаточно стабильный уровень их соотношения с преобладанием молодых и половозрелых особей.

На основании данных натуральных наблюдений (таблица 1) рассчитайте соотношение в процентах различных возрастных групп, используя среднее значение по выборкам, в популяциях зайца-русака и зяблика. Сделайте предположение об их динамике.

б) Проанализировать популяционную динамику на основании кривых выживания.

При экологических исследованиях большой интерес может представлять не число погибших особей, а число выживших в разные возрастные периоды. Для этого составляют статистические таблицы выживания, включающие информацию о рождаемости, смертности и числе выживших и погибших особей в каждой возрастной группе. На основе таких таблиц строят кривые зависимости числа выживших (ось ординат) от возраста (ось абсцисс). Как правило, по оси абсцисс откладывают не возраст, а его процент от общей продолжительности жизни, что позволяет сравнивать между собой популяции разных видов. Различают три основных типа кривых выживания (рисунок 1).

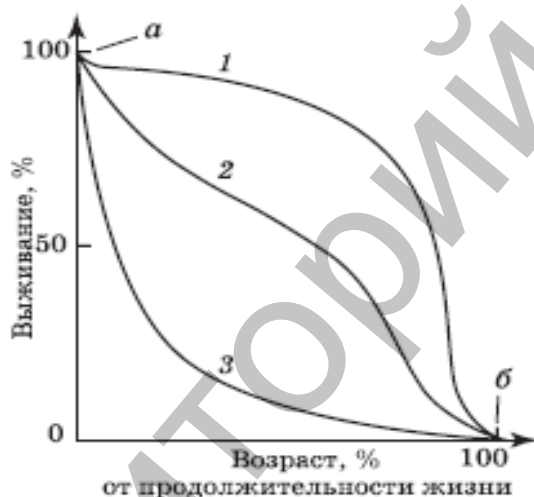


Рисунок 1. Типы кривых выживания (по М. Бигону и др., 1989)

1 тип – сильно выпуклая кривая (почти все особи доживают до предельного возраста и в течение короткого периода погибают, повышенная смертность в постпродуктивном возрасте, средняя продолжительность жизни приближается к максимальной).

2 тип – линейная прямая (одинаковая смертность во все возрастные периоды, встречается редко). 3 тип – сильно вогнутая кривая (повышенная смертность на ранних стадиях развития, когда до постпродуктивного возраста доживают лишь немногие особи, средняя продолжительность жизни намного меньше максимальной).

Из предложенного списка выберите организмы соответственно типу кривой выживания. Результаты занесите в таблицу 2.

Кабан, косуля европейская, амеба обыкновенная, лось, инфузория туфелька, олень благородный, хлорелла, зубр, лисица обыкновенная, волк, хламидомонада, эвглена зеленая, пырей ползучий, лютик едкий, таволга вязолистная, карась, линь, березовая пяденица, лягушка остромордая, тритон гребенчатый, воловий глаз, листоед ивовый.

Таблица 2. Распределение организмов в соответствии с кривыми выживания

Тип кривой	Организмы
1	
2	
3	

в) Проанализировать характер увеличения численности популяции.

Различают среднюю (R) и удельную (r) скорость роста численности. Средняя скорость роста характеризует изменение численности в единицу времени и определяется по формуле:

$$R = \Delta N_n / \Delta t,$$

где ΔN_n – изменение численности за время Δt ; Δt – анализируемый интервал времени.

Удельная скорость роста численности отражает изменение численности в единицу времени в расчете на одну особь популяции и определяется по формуле:

$$r = N_n / (\Delta t * N_0) = R / N_0,$$

где R – средняя скорость роста численности; N_0 – первоначальная численность популяции, ΔN_n – изменение численности за время Δt .

Характер увеличения численности можно анализировать по форме кривых роста численности. Выделяют два основных типа роста численности: 1) нелимитированный, или экспоненциальный; 2) лимитированный, или логистический (рисунок 2). Экспоненциальный рост характеризуется быстрым увеличением численности и описывается J-образной кривой (I) и уравнением:

$$\Delta N / \Delta t = r * N_0,$$

где ΔN – изменение численности за время Δt ; Δt – анализируемый интервал времени, N_0 – первоначальная численность популяции.

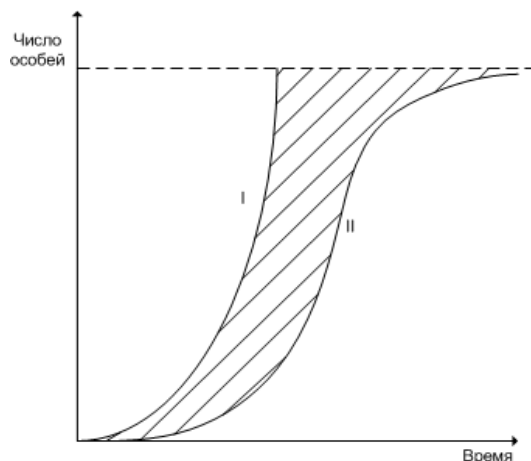
Такой тип роста численности способствует быстрому освоению новых территорий, противостоянию угрозе вытеснения. Организмы с нелимитированным типом роста численности называются r-стратеги.

При логистическом, росте численность увеличивается вначале медленно (фаза положительного ускорения), затем быстро (фаза логарифмического роста), но вскоре под влиянием сопротивления среды рост постепенно замедляется (фаза отрицательного ускорения). Такой тип роста численности описывается S-образной кривой (II) и логистическим уравнением:

$$\Delta N / \Delta t = r * N_0 / (K - N) / K,$$

где K – верхний предел численности или емкость среды, ΔN – изменение численности за время Δt ; Δt – анализируемый интервал времени, N_0 – первоначальная численность популяции.

Организмы с лимитированным типом роста численности называются K-стратеги.



**Рисунок 2. Модели роста численности популяции.
I – экспоненциальная модель, II – логистическая модель.**

По данным о численности мирового народонаселения, приведенным в таблице 3, постройте кривую роста, откладывая по оси абсцисс время (годы), а по оси ординат – численность населения. Определите тип кривой, описывающей этот рост, сделайте прогноз роста численности.

Таблица 3. Численность мирового народонаселения (по Д. Штемпель)

Год	До н.э.	1000	1200	1400	1500	1600	1700	1800	1850	1900
Млн. чел.	200	300	350	380	450	480	550	880	1200	1600
год		1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	
Млн. чел.		1700	1840	2000	2260	2500	3000	3630	4380	

По данным запаса древесины в сосновом лесу, приведенным в таблице 4, постройте кривую роста, откладывая по оси абсцисс время (годы), а по оси ординат – запас древесины в м³/га. Определите тип кривой, описывающей этот рост, сделайте прогноз роста численности.

Таблица 4. Изменение запаса древесины в сосновом лесу за 140 лет

Возраст, лет	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	140
Запас древесины, м ³ /га	85	135	180	234	277	352	489	498	502	507	513	515

г) Из предложенного списка в задании б выберите организмы соответственно типу экологической стратегии. Результаты занесите в таблицу 5.

Таблица 5. Распределение организмов в соответствии с экологическими стратегиями.

Тип экологической стратегии	Организмы
г-стратеги	
К-стратеги	

ЛИТЕРАТУРА

Основные учебные пособия:

1. Лекционный материал.
2. Практикум по общей экологии.
3. Радкевич В.А. Экология / В.А. Радкевич. – М.: 1998. – 159 с.

Дополнительные учебные пособия:

1. Бигон, М. Экология: особи, популяции и сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. М.: Мир, 1989. В 2 т.
2. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М.: Прогресс, 1980. – 328 с.
3. Гиляров, А.М. Популяционная экология: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 191 с.

ЗАНЯТИЕ № 8. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОПУЛЯЦИЙ

Цель занятия: изучить типы взаимодействий популяций; сформировать навыки оценки взаимодействий популяций.

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ:

практикум, результаты натуральных наблюдений, коллекции насекомых.

ВОПРОСЫ ДЛЯ АУДИТОРНОГО КОНТРОЛЯ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ:

1. Понятие конкуренции, паразитизма, хищничества, симбиоза.
2. Модель «хищник-жертва» Лотки – Вольтерры – Гаузе.
3. Принцип конкурентного исключения Гаузе.
4. Отношения «хищник – жертва» («ресурс – потребитель»).
5. Симбиотические взаимодействия: комменсализм, протокооперация, мутуализм, аменсализм, нейтрализм.
6. Понятие об экологической нише.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Задание 1. Дать оценку взаимодействия между популяциями. Осн. учебн. пособие [1, 2]. Доп. учебн. пособие [3].

Наибольшая роль в экосистемах отводится видам, обладающим высокой численностью, так как они являются важнейшими элементами цепей питания, через которые проходит основное количество энергии. Сходные по экологическим предпочтениям виды, как правило, занимают похожие экологические ниши и конкурируют за трофические ресурсы. Например, в сосновых лесах Белорусского Поозерья высокой численностью отличаются насекомые вересковый (*Lochmaea suturalis*), долгоносик остроглазый (*Strophosoma capitatum*) лигус северный (*Lygus punctatus*). Эти виды обитают в кустарничковом ярусе, питаются вереском и черникой и брусничкой.

а) Используя результаты натуральных наблюдений, представленных в таблице 1, постройте графики динамики активности видов, таких как вересковый листоед (*Lochmaea suturalis*), долгоносик остроглазый (*Strophosoma capitatum*) лигус северный (*Lygus punctatus*), откладывая по оси абсцисс даты учетов, а по оси ординат – число экземпляров.

По построенным кривым динамики проанализируйте пики активности (даты на которые приходится максимальное число отловленных особей) и сделайте выводы о наличии конкуренции между данными видами.

Таблица 1. Результаты учетов динамической плотности популяций насекомых в кустарничковом ярусе соснового леса

Вид	1 05	10 05	30 05	10 06	21 06	1 07	10 07	21 07	1 08	11 08	22 08	2 09
<i>Lochmaea suturalis</i>	18	28	5	2						4	22	11
<i>Strophosoma capitatum</i>	27	19	5	1						1	8	2
<i>Lygus punctatus</i>					2	8	18	14	3	1	1	

б) Используя предложенную ниже информацию, охарактеризуйте экологические ниши видов и сравните их по широте. При этом используйте следующую схему: а) топические предпочтения (характерные местообитания вида), б) ширина топических предпочтений (эвритоп или олиготоп), в) предпочитаемая жизненная форма растений (деревья, кустарники, кустарнички, травы), г) принадлежность к трофической группе (зоофаг, фитофаг, мицетофаг и т.д.), д) трофические предпочтения (кормовые растения), е) ширина трофических предпочтений (монофаг, олигофаг или полифаг), ж) географическое распространение.

Вересковый листоед (*Lochmaea suturalis*) – обитатель сосновых лесов, вершатников, связан с вереском. Фитофаг – основное кормовое растение вереск, реже питается на некоторых растениях семейства брусничные. Обитает в Европе.

Долгоносик остроглазый (*Strophosoma capitatum*) – обитатель хвойных и смешанных лесов, питается молодыми листьями и почками многих деревьев, кустарников, кустарничков (вереск, брусника, черника). Обитает в Европе, Сибири и Северном Казахстане.

Лигус северный (*Lygus punctatus*) – обитает в лесах, на полях, лугах, в агроценозах. Питается большим количеством растений: бобовые, злаковые, ивы, сахарная свекла, подсолнечник, вереск и др. Отмечен по территории Евразии и Северной Африки.

Задание 2. Ознакомиться с эндотрофной микоризой. Учебн. пособие [1, 2]. Доп. учебн. пособие [3].

а) Ознакомьтесь с эндотрофной микоризой в корнях клюквы. Для этого положите на предметное стекло в каплю воды корешки клюквы и накройте покровным стеклом. Рассмотрите при большом увеличении участки мелких корешков. Обнаружьте в покровной ткани молодых корешков удлиненные, вытянутые вдоль оси пустые клетки и округлые клетки с грибницей. У верескоцветных и клюквы в частности можно наблюдать два типа микоризы: эндотрофную и экзотрофную. Экзотрофная представлена нитями гриба, обвивающими корень с поверхности, а эндотрофная – клетками эпидермиса, в которых можно увидеть клубки микоризы. Сделайте рисунок.

б) Дайте характеристику этому типу биотических взаимоотношений. Охарактеризуйте местообитания клюквы и укажите основные преимущества таких отношений.

КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ ПО МОДУЛЮ 2

- Популяция это:*
 - а) совокупность особей в пределах биогеоценоза;
 - б) совокупность особей одного вида, населяющих определенную территорию, характеризующихся общностью морфотипа, специфичностью генофонда и системой устойчивых функциональных взаимосвязей;
 - в) биологическая система организменного уровня;
 - г) группа морфологически сходных особей.
- Какой ученый является основоположником экологии популяций? Выберите правильный ответ:*
 - а) Ф. Клементс;
 - б) К. Линней;
 - в) Н. Северцев;
 - г) Ч. Элтон.
- Совокупность особей одного вида, населяющих территорию с однородными условиями существования и обладающих общим морфотипом и единым ритмом жизненных явлений и динамики населения, – это:*
 - а) локальная популяция;
 - б) биоценоз;
 - в) экологическая популяция;
 - г) географическая популяция.
- Совокупность особей одного вида, населяющих один тип местообитания, характеризующихся общим ритмом биологических циклов и характером образа жизни – это:*
 - а) локальная популяция;
 - б) биоценоз;
 - в) экологическая популяция;
 - г) географическая популяция.
- Совокупность особей одного вида, населяющих небольшой участок однородной площади – это:*
 - а) локальная популяция;
 - б) биоценоз;
 - в) экологическая популяция;
 - г) географическая популяция.
- Примером популяции является:*
 - а) совокупность особей элодеи канадской, населяющей отдельный водоём;
 - б) совокупность водорослей отдельного водоёма;
 - в) совокупность особей элодеи канадской, заселяющих мелководье различных водоёмов;
 - г) совокупность водорослей, населяющих мелководье различных водоёмов.
- Численность популяции – это:*
 - а) количество особей или биомасса на единицу площади или объема;
 - б) общая масса особей одного вида;
 - в) общее количество особей вида на данной территории или в данном объеме;
 - г) доля особей данного вида по отношению к общему числу особей всех видов в сообществе.
- Плотность популяции – это:*
 - а) количество особей или биомасса на единицу площади или объема;
 - б) общая масса особей одного вида;

- в) общее количество особей вида на данной территории или в данном объеме;
г) доля особей данного вида по отношению к общему числу особей всех видов в сообществе.
9. *Плотность популяции не зависит от:*
а) смертности особей;
б) солнечной постоянной;
в) особенностей биотопа;
г) демографической структуры.
10. *Выберите из перечня несуществующий тип пространственного распределения особей в пределах ареала:*
а) диффузный;
б) равномерный;
в) агрегированный;
г) одиночный.
11. *Кривая выживания характеризует:*
а) диапазон значений экологического фактора, за пределами которого становится невозможной нормальная жизнедеятельность особи;
б) число выживших особей во времени;
в) зависимость степени благоприятности экологического фактора от его интенсивности;
г) скорость, с которой живые организмы производят полезную химическую энергию.
12. *Первичное соотношение гамет в момент оплодотворения определяет в популяции:*
а) численность популяции на ближайшие годы;
б) третичное соотношение полов;
в) первичное соотношение полов;
г) вторичное соотношение полов.
13. *Соотношение самцов и самок среди новорожденных животных, возможно отличающееся от генетически детерминированного, определяет:*
а) численность популяции на ближайшие годы;
б) третичное соотношение полов;
в) первичное соотношение полов;
г) вторичное соотношение полов.
14. *Соотношение взрослых самцов и самок, складывающееся в результате их дифференцированной смертности в ходе онтогенеза определяет:*
а) численность популяции на ближайшие годы;
б) третичное соотношение полов;
в) первичное соотношение полов;
г) третичное соотношение полов.
15. *Процесс изменения биологических показателей популяции во времени называют:*
а) плотностью;
б) гомеостазом;
в) динамикой;
г) ёмкостью.
16. *К динамическим характеристикам популяции относятся:*
а) численность популяции;
б) рождаемость в популяции;
в) плотность популяции;
г) пространственная структура популяции.

17. *Постоянная высокая плодовитость обычно встречается у видов:*
- а) хорошо обеспеченными пищевыми ресурсами;
 - б) смертность особей которых очень велика;
 - в) которые занимают обширный ареал;
 - г) потомство которых проходит стадию личинки.
18. *Абсолютная рождаемость – это:*
- а) скорость прироста популяции;
 - б) число родившихся в популяции особей за определённый период времени;
 - в) число родившихся особей в расчёте на одну самку в популяции за единицу времени;
 - г) число отложенных яиц.
19. *Удельная рождаемость – это:*
- а) скорость прироста популяции;
 - б) число родившихся в популяции особей за определённый период времени;
 - в) число родившихся особей в расчёте на одну самку в популяции за единицу времени;
 - г) число отложенных яиц.
20. *Репродуктивный потенциал популяции – это:*
- а) удельный прирост численности популяции за единицу времени;
 - б) скорость миграции особей;
 - в) соотношение рождаемости и смертности;
 - г) экологическая рождаемость.
21. *Динамика популяции в основном определяется соотношением элементов:*
- а) прироста биомассы и дыхания;
 - б) жизнедеятельности особей и количеством ресурсов;
 - в) соотношением самцов и самок;
 - г) соотношением рождаемости и смертности, эмиграции и иммиграции.
22. *Модель роста популяции, находящейся в условиях ограничения верхнего порога численности внешними условиями:*
- а) логистическая;
 - б) линейная;
 - в) экспоненциальная;
 - г) гиперболическая.
23. *Понятие «ёмкость среды» означает:*
- а) количество пищи;
 - б) количество убежищ;
 - в) предельную в данных условиях численность популяции;
 - г) максимальное число хищников.
24. *У животных, для которых свойственна забота о потомстве, естественный отбор направлен на поддержание:*
- а) равномерного распределения в пределах ареала;
 - б) оптимального числа потомков;
 - в) максимального числа потомков;
 - г) пропорционального соотношения разновозрастных групп.
25. *Математические модели взаимодействия в системах «хищник-жертва», «паразит-хозяин» разработали и предложили:*
- а) Ю. Одум;
 - б) Ч. Элтон;
 - в) А. Тэнсли;
 - г) А. Лотка, В. Вольтерра.

26. *Способность популяции поддерживать динамическое равновесие со средой называется:*
- а) гомеостазом;
 - б) самовоспроизводством;
 - в) саморегуляцией;
 - г) флуктуацией.
27. *Выберите из перечня правильное суждение:*
- а) популяция состоящая из разнокачественных особей, более устойчива;
 - б) каждая популяция имеет четко очерченные границы;
 - в) не существует предела плотности популяции;
 - г) предел плотности популяции определяется исключительно количеством пищи.
28. *Эффект группы – это:*
- а) явление оптимизации физиологических процессов, ведущей к повышению жизнеспособности особей при совместном существовании;
 - б) снижение общей жизнеспособности популяции вследствие ухудшения качества среды;
 - в) наличие в составе популяции микрогруппировок;
 - г) агрегированный тип распределения особей.

ЛИТЕРАТУРА

Основные учебные пособия:

1. Лекционный материал.
2. Практикум по общей экологии.
3. Радкевич В.А. Экология / В.А. Радкевич. – М.: 1998. – 159 с.

Дополнительные учебные пособия:

1. Бигон, М. Экология: особи, популяции и сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. М.: Мир, 1989. В 2 т.
2. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М.: Прогресс, 1980. – 328 с.
3. Гиляров, А.М. Популяционная экология: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 191 с.

МОДУЛЬ 3. СИНЭКОЛОГИЯ.

ЗАНЯТИЕ № 9. БИОТИЧЕСКОЕ СООБЩЕСТВО

Цель занятия: изучить структуру биотического сообщества; сформировать навыки оценки разнообразия и пространственной структуры.

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ:

практикум, результаты натуральных наблюдений, ноутбук гербарий.

ВОПРОСЫ ДЛЯ АУДИТОРНОГО КОНТРОЛЯ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ:

1. Видовое разнообразие как интегральная характеристика сообщества.
2. Методы оценки разнообразия.
3. Доминанты и эдификаторы.
4. Основные типы эколого-ценотических стратегий по Раменскому и Грайму.
5. Понятие краевого эффекта.
6. Пространственная структура биотического сообщества.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Задание 1. Дать оценку таксономического и видового разнообразия.

Осн. учебн. пособие [1, 2]. Доп. учебн. пособие [3].

а) Используя результаты натуральных наблюдений (учеты жесткокрылых на трансектах длиной 50 метров энтомологическим сачком в трехкратной повторности), представленных в таблице 1, охарактеризовать таксономический состав комплексов жесткокрылых выявленных в трех типах сосновых лесов. Для этого подсчитайте число семейств, родов и видов, результаты занесите в таблицу 2. Сравните таксономическую структуру жесткокрылых трех типов леса. О чем может свидетельствовать большее или меньшее таксономическое разнообразие?

Таблица 1. Результаты учетов динамической плотности жесткокрылых

Род_вид	Семейство	Сосняк вересковый			Сосняк черничный			Сосняк брусничный		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Prosternon tessellatum</i>	Elateridae	1	1	1						
<i>Athous subfuscus</i>	Elateridae	2	1	2	15	14	15	5	3	5
<i>Ampedus balteatus</i>	Elateridae	1	1	1						
<i>Sericus brunneus</i>	Elateridae	6	5	6						
<i>Dalopius marginatus</i>	Elateridae	2	2	3	1	4	1	2	2	2
<i>Cantharis fulvicollis</i>	Cantharidae	1	1					1		
<i>Rhagonycha elongata</i>	Cantharidae	6	6	2						
<i>Chilocorus bipustulatus</i>	Coccinellidae				2	1				
<i>Ch. renipustulatus</i>	Coccinellidae	6	7	7	5	9	6		1	
<i>Psyllohora vigintiduopunctata</i>	Coccinellidae	2	2	3	10	4	4	1		1
<i>Coccinella hieroglyphica</i>	Coccinellidae	23	21	17	3	5				
<i>C. septempunctata</i>	Coccinellidae		1			1	1			
<i>Chrysanthia geniculata</i>	Oedemeridae	1	4	2				1	1	1
<i>Lagriia hirta</i>	Lagriidae	7	38	4	90	28	8		1	
<i>Cryptocephalus labiatus</i>	Chrysomelidae	2	2		10	8	8	2	1	2
<i>Lochmaea suturalis</i>	Chrysomelidae	103	93	98	5	3	6	30	20	16

<i>Agelastica alni</i>	Chrysomelidae	1		1						
<i>Phyllotreta vittata</i>	Chrysomelidae	1	2	1		1				
<i>Ph. vittata</i>	Chrysomelidae	5						1	1	
<i>Aphthona euphorbiae</i>	Chrysomelidae				3	2		1	1	1
<i>Longitarsus parvulus</i>	Chrysomelidae	3						1		
<i>Mniophila muscorum</i>	Chrysomelidae				1		1			
<i>Apion fulvipes</i>	Apionidae				2	1				
<i>Strophosoma capitatum</i>	Curculionidae	11	15	11	91	90	73	57	38	35

Таблица 2. Таксономический состав жесткокрылых

Тип леса	Число семейств	Число родов	Число видов
Сосняк вересковый			
Сосняк черничный			
Сосняк брусничный			

б) Сравните видовое богатство (S) жесткокрылых трех типов леса, рассчитав средние показатели по 3 выборкам и их ошибки (таблица 1). Сравните видовое богатство жесткокрылых трех типов леса. Результаты занесите в таблицу 3. На что указывают различия видового богатства?

Таблица 3. Видовое богатство, учетная плотность и разнообразие жесткокрылых

Тип леса	S	N	H'	D	J'
Сосняк вересковый					
Сосняк черничный					
Сосняк брусничный					

в) Сравните численные показатели (N), основанные на данных учетной плотности в 3 выборочных совокупностях, жесткокрылых, рассчитав средние показатели числа отловленных особей и их ошибки (таблица 1). Сравните средние показатели числа отловленных особей жесткокрылых трех типов леса. Результаты занесите в таблицу 3. На что указывают различия показателей численности?

г) Сравните видовое разнообразие жесткокрылых трех типов леса, используя данные таблицы 1. Видовое разнообразие сочетает видовое богатство и численность. Его оценивают с помощью индексов альфа-разнообразия и графических моделей.

Наиболее используемыми для небольших выборок являются Индексы Шеннона, Симпсона и Пиелу. Индекс Шеннона характеризует разнообразие, индекс Симпсона – доминирование, индекс Пиелу – выравненность видов по относительному обилию. Рассчитайте для каждой выборки показатели индексов альфа-разнообразия и их средние значения по формулам:

$$\text{Индекс видового разнообразия Шеннона (H')} = - \sum p_i \ln p_i ,$$

где p_i – доля особей i-го вида.

$$\text{Индекс доминирования Симпсона (D)} = \sum p_i^2 ,$$

где p_i – доля особей i-го вида.

$$\text{Индекс выравненности Пиелу (J')} = H' / \ln S ,$$

где S – число видов, H' – индекс разнообразия Шеннона.

Сравните разнообразие, доминирование и выравненность комплексов жесткокрылых трех типов леса. Результаты занесите в таблицу 3. На что указывают различия показателей разнообразия?

Задание 2. Дать оценку структуры доминирования по относительному обилию. Осн. учебн. пособие [1, 2].

Относительное обилие – это число особей вида относительно общего числа особей всех видов, которое выражается в процентах или долях единицы. По относительному обилию характеризуют доминирование вида. Для ее оценки используют различные шкалы. Например, согласно одной из них, виды, составляющие более 5% от общего числа особей, считаются доминантными; 2–5% – субдоминантными; 1–2% – рецедентными; менее 1% – субрецедентными.

Рассчитайте относительное обилие для каждого вида. Выделите виды-доминанты для каждого типа леса. Запишите в тетрадь их названия и значения относительного обилия. Какова роль данных видов в сообществе?

Задание 3. Охарактеризовать пространственную структуру биотического сообщества. Учебн. пособие [1, 2, 3].

а) Согласно схеме на рисунке 1, приведите названия растений соснового леса, соответствующих определенному ярусу. Заполните таблицу 4. Как меняются микроклиматические условия в зависимости от яруса?



Рисунок 1. Ярусная структура смешанного леса. I – высокие деревья, II – низкие деревья и кустарники, III – кустарнички и травы, IV – мхи, лишайники, V – лесная подстилка.

Таблица 4. Распределение растений соснового леса по ярусам

Ярус	Примеры растений
I	
II	
III	
IV	
V	

б) В каком ярусе леса обитают организмы, перечисленные в таблице 1. Приведите примеры других организмов, обитающих в данном ярусе. Результаты запишите в тетрадь.

ЛИТЕРАТУРА

Основные учебные пособия:

1. Лекционный материал.
2. Практикум по общей экологии.
3. Радкевич В.А. Экология / В.А. Радкевич. – М.: 1998. – 159 с.

Дополнительные учебные пособия:

1. Бигон, М. Экология: особи, популяции и сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. М.: Мир, 1989. В 2 т.
2. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М.: Прогресс, 1980. – 328 с.
3. Мэгарран, Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. – М.: Мир, 1992. – 184 с.

ЗАНЯТИЕ № 10. ЭКОСИСТЕМЫ

Цель занятия; изучить структуру биогеоценоза; сформировать навыки оценки функциональной структуры экосистемы.

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ:

практикум, результаты натурных наблюдений, гербарий, микропрепараты, микроскоп, ноутбук.

ВОПРОСЫ ДЛЯ АУДИТОРНОГО КОНТРОЛЯ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ:

1. Понятие биогеоценоза. Структура биогеоценоза
2. Соотношение понятий «биогеоценоз» и «экосистема».
3. Основные функциональные блоки экосистемы и их взаимодействие.
4. Биотический круговорот веществ и поток энергии в экосистемах. Экологические пирамиды.
5. Пищевые цепи и пищевые сети.
6. Классификация экосистем.
7. Биологическая продуктивность экосистем.
8. Динамика экосистем.
9. Экологическая сукцессия.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Задание 1. Продуценты экосистемы. Осн. учебн. пособие [1, 2, 3]. Дополн. учебн. пособие [3].

Охарактеризовать продуцентов экосистемы на примере верхового болота. Верховые болота одни из наиболее распространенных экосистем Белорусского Поозерья. Они играют важную роль в формировании гидрологического режима нашего региона, снижают эмиссию парниковых газов и выполняют ряд других важных биосферных функций. Данные экосистемы характеризуются высокой влажностью, кислотностью и бедным минеральным составом вод, большой амплитудой суточных температур, и, как следствие, специфичным комплексом животных и растений. Основными эдификаторами являются сфагновые мхи.

а) Изучите таксономический состав и морфологические признаки высших сосудистых растений верховых болот по гербарным образцам. Заполните таблицу 1. Дайте оценку видового богатства растений верховых болот, по сравнению с другими экосистемами. Какие причины обуславливают такое число видов? Какие жизненные формы преобладают? Кратко охарактеризуйте морфологические особенности, обращая внимание на развитие корневой системы, покровных тканей, форму листьев. Как это влияет на адаптацию к экологическим условиям?

Таблица 1. Растения верховых болот

Вид	Жизненная форма	Морфологические особенности

б) Изучить адаптивные признаки сфагновых мхов. Рассмотрите микропрепараты, рисунки и гербарные образцы сфагновых мхов. Сделайте рисунок. Какие морфологические признаки сфагновых мхов способствуют адаптации к экологическим условиям верховых болот? Укажите роль сфагновых мхов в формировании экологических условий верховых болот.



Рисунок 1. Анатомическое строение листа сфагнового мха

в) Изучить адаптивные признаки гетеротрофного растения росянки. Изучите морфологию росянки круглолистной, по гербарным образцам и рисунку 2, сделайте рисунок в тетради, на котором укажите особенности строения ее ловчего аппарата.

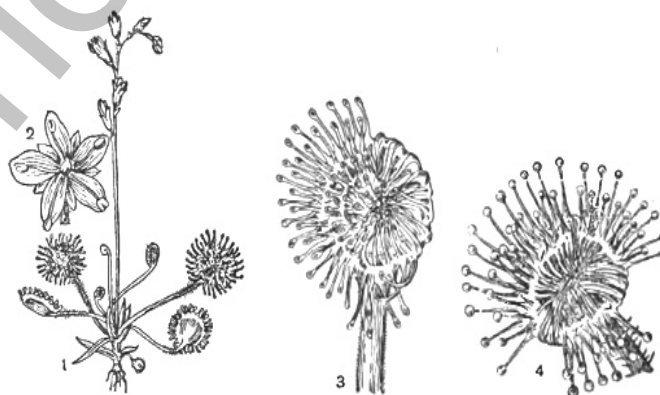


Рисунок 2. Росянка круглолистная (*Drosera rotundifolia*): 1. общий вид; 2. цветок; 3. отдельный лист; 4. лист с ресничками, загнутыми к центру, где находится жертва.

Охарактеризуйте тип питания росянки. С каким лимитирующим фактором среды связаны особенности ее питания?

Задание 2. Консументы экосистемы. Осн. учебн. пособие [1, 2]. Дополн. учебн. пособие [4].

а) Оцените соотношение представителей разных трофических групп на примере жесткокрылых сосновых лесов, используя результаты натуральных наблюдений (таблицы 2-3). Для этого рассчитайте долю в процентах представителей каждой трофической группы в двух типах леса, согласно ярусам, используя средние значения по выборкам. Результаты занесите в таблицу 4.

Таблица 2. Результаты учетов динамической плотности жесткокрылых в кустарничковом ярусе

Вид	Трофическая группа	Сосняк вересковый					Сосняк брусничный				
		выборки					выборки				
		1	2	3	среднее значение	стандартная ошибка	1	2	3	среднее значение	стандартная ошибка
<i>Prosternon tessellatum</i>	зоофитофаг	1	1	1	1,0	0,0					
<i>Athous subfuscus</i>	зоофитофаг	2	1	2	1,7	0,3	5	3	5	4,3	0,7
<i>Ampedus balteatus</i>	фитофаг	1	1	1	1,0	0,0					
<i>Sericus brunneus</i>	фитофаг	6	5	6	5,7	0,3					
<i>Dalopius marginatus</i>	фитофаг	2	2	3	2,3	0,3	2	2	2	2,0	0,0
<i>Cantharis fulvicollis</i>	зоофаг	1	1		0,7	0,3	1			0,3	0,3
<i>Rhagonycha elongata</i>	зоофаг	6	6	2	4,7	1,3					
<i>Chilocorus renipustulatus</i>	зоофаг	6	7	7	6,7	0,3		1		0,3	0,3
<i>Psyllohora vigintiduopunctata</i>	мицетофаг	2	2	3	2,3	0,3	1		1	0,7	0,3
<i>Coccinella hieroglyphica</i>	зоофаг	23	21	17	20,3	1,8					
<i>C. septempunctata</i>	зоофаг		1		0,3	0,3					
<i>Chrysanthia geniculata</i>	фитофаг	1	4	2	2,3	0,9	1	1	1	1,0	0,0
<i>Lagriaria hirta</i>	сапрофитофаг	7	38	4	16,3	10,9		1		0,3	0,3
<i>Cryptocephalus labiatus</i>	фитофаг	2	2		1,3	0,7	2	1	2	1,7	0,3
<i>Lochmaea suturalis</i>	фитофаг	103	93	98	98,0	2,9	30	20	16	22,0	4,2
<i>Agelastica alni</i>	фитофаг	1		1	0,7	0,3					
<i>Phyllotreta vittata</i>	фитофаг	1	2	1	1,3	0,3					
<i>Ph. vittula</i>	фитофаг	5			1,7	1,7	1	1		0,7	0,3
<i>Aphthona euphorbiae</i>	фитофаг						1	1	1	1,0	0,0
<i>Longitarsus parvulus</i>	фитофаг	3			1,0	1,0	1			0,3	0,3
<i>Strophosoma capitatum</i>	фитофаг	11	15	11	12,3	1,3	57	38	35	43,3	6,9
Сумма		184	202	159	181,7		102	69	63	78,0	

Таблица 3. Результаты учетов динамической плотности жесткокрылых в напочвенном ярусе (подстилке)

Вид	Трофическая группа	Сосняк вересковый					Сосняк брусничный				
		1	2	3	среднее значение	стандартная ошибка	1	2	3	среднее значение	стандартная ошибка
<i>Carabus coriaceus</i>	зоофаг							1	3	1,3	0,9
<i>C. convexus</i>	зоофаг							1		0,3	0,3
<i>C. hortensis</i>	зоофаг	1	2	3	2,0	0,6	2	2	2	2,0	0,0
<i>C. arvensis</i>	зоофаг	39	21	26	28,7	5,4	37	35	18	30,0	6,0
<i>Cychris caraboides</i>	зоофаг	1	1	1	1,0	0,0		2	1	1,0	0,6
<i>Poecilus cupreus</i>	зоофаг	1	1		0,7	0,3					
<i>P. lepidus</i>	зоофаг	2	2		1,3	0,7					
<i>P. versicolor</i>	зоофаг	6	4	5	5,0	0,6	1	1	1	1,0	0,0
<i>Pterostichus quadrifoveolatus</i>	зоофаг	1	1	1	1,0	0,0					
<i>P.oblongopunctatus</i>	зоофаг	2	4	2	2,7	0,7			1	0,3	0,3
<i>P.niger</i>	зоофаг						1	1		0,7	0,3
<i>P. aethiops</i>	зоофаг	2	2	2	2,0	0,0	1			0,3	0,3
<i>P.strenuus</i>	зоофаг										
<i>Calathus micropterus</i>	зоофаг						1	1	2	1,3	0,3
<i>C. erratus</i>	зоофаг	3		1	1,3	0,9					
<i>Amara communis</i>	зоофитофаг			1	0,3	0,3					
<i>A.aenea</i>	зоофитофаг	1	1		0,7	0,3					
<i>Harpalus luteicornis</i>	зоофитофаг						1			0,3	0,3
<i>H.rufipes</i>	зоофитофаг		1		0,3	0,3					
<i>H. latus</i>	зоофитофаг								1	0,3	0,3
Сумма		59	40	42	47,0	59	44	44	29	39,0	44

Таблица 4. Доля (%) представителей трофических групп в различных ярусах сосновых лесов

Тип леса/ ярус	Фитофаги	Зоофитофаги	Зоофаги	Мицетофаги
Кустарничковый ярус				
Сосняк вересковый				
Сосняк брусничный				
Напочвенный ярус				
Сосняк вересковый				
Сосняк брусничный				

б) Определите к каким функциональным блокам экосистемы относятся, перечисленные в таблице 4 организмы. Рассчитайте долю консументов 1 и 2 порядка в каждом ярусе в двух типах леса. Объясните различия вертикального распределения консументов.

в) Составьте детритную и пастбищную трофические цепи соснового леса, используя организмы, представленные в таблицах 2–3.

КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ ПО МОДУЛЮ 3

1. Исторически сложившиеся группировки живого населения биосферы, заселяющие общие места обитания, возникшие на основе биогенного круговорота – это:
а) биосфера; б) популяция; в) биоценоз; г) биотоп.
2. Пространство с более или менее однородными условиями, заселенное тем или иным сообществом организмов, называется:
а) ареал; б) ландшафт; в) биоценоз; г) биотоп.
3. Элемент фитоценоза, характеризующий вертикальную структуру сообщества, составленный растениями, как правило, одной жизненной формы:
а) ярус; б) уровень; в) синузия; г) парцелла.
4. Взаимоотношения между организмами-автотрофами (детерминантами) и связанными с ними различными биотическими связями организмами-гетеротрофами являются основой для формирования в сообществе:
а) ярусов; б) консорций; в) синузий; г) парцелл.
5. Выберите из перечня экологическую группу гетеротрофных организмов, использующих органическое вещество, вовлеченное в процесс разложения:
а) биофаги; б) сапротрофы; в) детритофаги; г) копрофаги.
6. Выберите из перечня экологическую группу автотрофных организмов, для которых источником создания биомассы служит энергия разложения химических веществ:
а) биофаги; б) хемотрофы; в) детритофаги; г) копрофаги.
7. Выберите из перечня экологическую группу организмов, выполняющих в сообществе функцию редуцентов:
а) биофаги; б) детритофаги; в) фототрофы; г) осмотрофы.
8. Выберите из перечня экологическую группу организмов, выполняющих в сообществе функцию консументов I:
а) фитофаги; б) копрофаги; в) фототрофы; г) зоофаги.
9. Выберите из перечня экологическую группу организмов, выполняющих в сообществе функцию консументов II:
а) зоофаги; б) хемотрофы; в) фототрофы; г) фитофаги.
10. Виды, встречающиеся только в определенном типе сообществ, называются:
а) случайные; б) преферентные; в) чуждые; г) характерные.
11. Увеличение видового разнообразия в экотоне называется:
а) краевым эффектом; б) α – разнообразием; в) β – разнообразием; г) γ – разнообразием.
12. Определите фабрические связи в сосновом биогеоценозе:
а) сосновый бражник питается хвоей сосны; б) на коре сосны поселяются лишайники; в) клесты поедают семена сосны; г) муравьи используют сосновую хвою для строительства муравейника.
13. Определите топические связи, характерные для елового леса:
а) белки питаются семенами ели; б) медведи питаются плодами черники; в) на коре ели поселяются лишайники и мхи; г) клесты переносят семена ели.
14. Выявите форические связи в биогеоценозе:
а) медведь переносит семена череды трехраздельной; б) белки запасают шишки ели; в) сухие веточки птицы используют для строительства гнезд; г) медведи питаются плодами малины.
15. Выявите трофические связи в биогеоценозе:
а) медведь переносит семена череды трехраздельной; б) клесты переносят семена ели; в) сухие веточки птицы используют для строительства гнезд; г) медведи питаются плодами малины.

16. Единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания (атмосфера, почва, водоем и т. п.), в котором биотические и абиотические компоненты связаны между собой обменом вещества и энергии – это:

а) биоценоз; б) биотоп; в) экосистема; г) биосфера.

17. Закончите определение. Экосистема – это:

а) совокупность организмов и неорганических компонентов на определенной территории, в которой поддерживается круговорот веществ; б) совокупность организмов разных видов, взаимосвязанных между собой, обитающих на определенной территории; в) совокупность популяций разных видов, обитающих на определенной территории; г) совокупность организмов, обитающих на определенной территории, и неорганических компонентов.

18. Понятие «экосистема» впервые предложил:

а) В.Н. Сукачёв; б) А. Тенсли; в) В.И. Вернадский; г) Ч. Дарвин.

19. Понятие «биогеоценоз» предложил:

а) В.Н. Сукачёв; б) А. Тенсли; в) В.И. Вернадский; г) Ч. Дарвин.

20. Продуктивность экосистемы определяется:

а) приростом биомассы; б) количеством консументов; в) отсутствием редуцентов; г) все ответы правильные.

21. Пищевая цепь – это:

а) совокупность организмов, связанных биотическими отношениями; б) перенос энергии пищи от ее источника через ряд организмов, связанных трофическими отношениями; в) набор пищевых объектов организмов в сообществе; г) взаимоотношение хищников и жертв в биоценозе.

22. Передача энергии в экосистеме происходит последовательно:

а) от редуцентов через продуцентов к консументам; б) от продуцентов через консументов к редуцентам; в) от консументов через редуцентов к продуцентам; г) нет правильного ответа.

23. Консументы в биогеоценозе:

а) потребляют готовые органические вещества; б) разлагают остатки органических веществ; в) преобразуют солнечную энергию; г) все ответы правильны.

24. Выберите правильную классификацию пищевых цепей:

а) пастбищные и детритные; б) первичные и вторичные; в) дискретные и непрерывные; г) водные и наземные.

25. Какова роль редуцентов в экосистемах? Выберите правильный ответ:

а) уничтожают организмы; б) обеспечивают продуцентов минеральным питанием, тем самым поддерживают круговорот элементов; в) обеспечивают продуцентов водой, тем самым поддерживают круговорот воды; г) поставляют в экосистему органические вещества и энергию; д) трансформируют вещество из одного состояния в другое.

26. Закон пирамиды энергий постулирует положение, что с одного трофического уровня на другой экологической пирамиды переходит в среднем:

а) не более 1% энергии; б) не более 50%; в) более 50%; г) около 10%.

27. Экологическая сукцессия – это:

а) динамика показателей экосистем, вызываемая закономерными ритмичными изменениями среды в масштабах суток; б) циклические изменения параметров экосистемы; в) развитие биоценозов, при котором имеет место замещение во времени одного сообщества другим; г) изменение фундаментальных характеристик экосистем под влиянием сезонных колебаний факторов среды.

28. Сукцессии, начинающиеся на субстрате, не измененном (или почти не измененном) деятельностью живых организмов, называются:

а) первичными; б) эндоэкогенетическими; в) экзоэкогенетическими; г) вторичными.

29. Сукцессии, развивающиеся на субстрате, первоначально измененном деятельностью комплекса живых организмов, называются:

а) первичными; б) эндоэкогенетическими; в) экзоэкогенетическими; г) вторичными.

30. Биологическое разнообразие экосистем – необходимо, так как оно: а) ускоряет поток энергии и замедляет круговорот веществ;

б) обеспечивает взаимозаменяемость видов, усиливает способность к саморегуляции и устойчивости биосферы; в) ускоряет эволюционные процессы; г) способствует быстрому освоению биосферы.

ЛИТЕРАТУРА

Основные учебные пособия:

1. Лекционный материал.
2. Практикум по общей экологии.
3. Радкевич В.А. Экология / В.А. Радкевич. – М.: 1998. – 159 с.

Дополнительные учебные пособия:

1. Бигон, М. Экология: особи, популяции и сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. М.: Мир, 1989. В 2 т.
2. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М.: Прогресс, 1980. – 328 с.
3. Бамбалов, Н.Н. Роль болот в биосфере / Н.Н. Бамбалов, В.А. Ракович. – Минск : Бел. наука, 2005. – 285 с.
4. Яхонтов, В.В. Экология насекомых / В.В. Яхонтов. – Москва, 1964. – 460 с.