

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению практических работ
по дисциплине «ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ»
для студентов направления подготовки /специальности
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль)
География и биология

Ставрополь, 2026

1. Экология как наука. История развития экологии.

Цель – раскрыть понятие экология, сформировать знания об общей экологии как науке, рассмотреть её современную структуру. Познакомить с науками экологического комплекса, показать их взаимосвязи. Охарактеризовать задачи общей экологии на современном этапе развития и показать ее роль в обществе. Рассмотреть историю формирования экологии как науки. Определить основные этапы развития общей экологии и дать им характеристику.

Аппаратура, оборудование и материалы: проекционное оборудование, таблицы «Структура общей экологии». «Методы экологических исследований».

Понятия и термины: наука, фундаментальная наука, комплексная наука, уровень организации живой материи, общая экология, аутэкология, синэкология, популяционная экология, биоэкология, экологизация.

Вопросы, выносимые на обсуждение

1. Что изучает общая экология?
2. Что является объектом изучения общей экологии?
3. Что является предметом изучения общей экологии?
4. Каковы задачи общей экологии?
5. Какое место занимает общая экология в системе наук о природе?
6. Кто автор термина «экология»?
7. Какие разделы и по какому принципу выделяют в экологии?
8. Какова структура современной экологии?
9. Где используются достижения экологии?
10. Объясните причины относительной молодости экологии как самостоятельной научной дисциплины?
11. Почему термин «экология» в настоящее время приобрел всеобщую популярность?
12. Что такое «экологическое мышление»?
13. Какие экологические сведения можно найти в трудах Аристотеля и Теофраста?
14. Какую роль сыграли исследования Гумбольта в становлении экологии?
15. Какая связь между дарвинской «борьбой за существование» и наукой экологией?
16. Каких русских ученых можно считать основоположниками экологических исследований в России и почему?
17. Когда оформилось направление популяционной экологии?
18. На какие этапы можно разделить историю экологии?

Организационная форма занятия: «Мозговой штурм»

Задания.

1. Эссе – Почему нужно изучать экологию...

2. Мозговой штурм.

Методические рекомендации: В ходе подготовки к занятию студентам необходимо найти в словаре «Природопользование» Н.Ф. Реймерса, экологическом энциклопедическом словаре И.И. Дедю и других словарях и учебниках представленные в таблице термины, и заполнить таблицу 1.1.

Таблица 1.1

Основные разделы экологии

№ п/п	Разделы	Расшифровка понятия с использованием словарей и учебников					
		Энциклопедический словарь	Реймерс Н.Ф.	Дедю И.И.	Бродский А. К. «Общая Экология»	Чернова Н.М., Былова А.М. «Общая экология»	Степановских А.С. «Экология»
1.	Экология						

2.	Экология аналитическая						
3.	Экология динамическая						
4.	Экология общая						
5.	Аутэкология						
6.	Синэкология						
7.	Популяционная экология						
8.	Биоэкология						

Организационная форма занятия: семинар-обсуждение (SWOT- анализ).

Задания.

1. Проанализируйте «Календарь экологических событий» (прил. 1) и определите:

А) вклад различных стран

Б) соотношение теоретических и экспериментальных работ

В) введение новых понятий и терминов по этапам

Г) соотношение работ по объекту изучения (растения, животные)

Результаты представьте в виде таблиц, графиков отражающих развитие науки в каждом из периодов.

2. Методы экологических исследований

Цель – сформировать представление о разнообразии методов экологических исследований; усвоить классификацию методов экологических исследований, последовательность научного исследования.

Аппаратура, оборудование и материалы: проекционное оборудование, таблицы «Методы экологических исследований», «Схема экологического подхода».

Термины: научный метод, методика, методология, гипотеза, полевые методы, маршрутные методы, стационарные методы, описательные методы, лабораторные методы, мониторинг биологический, мониторинг экологический, экспериментальные методы, моделирование, сравнительный метод, исторический метод

Вопросы, выносимые на обсуждение

1. Что понимают в науке под словами термин, определение, символ?
2. Что понимают под методами экологических исследований?
3. Что предполагают полевые методы исследования?
4. Как подразделяются полевые методы исследования?
5. С какой целью используют маршрутные методы?
6. Что относят к стационарным методам?
7. Что представляет собой мониторинг как метод экологического исследования?
8. Какие виды экологического моделирования вы знаете?
9. Когда в экологии появились первые математические модели?
10. Что представляет собой математическая модель?

Организационная форма занятия: «Мозговой штурм»

Методические рекомендации: любой организм живет в окружающей среде осуществляя все жизненно важные процессы, которые направлены на сохранение жизни. Все эти процессы можно зашифровать словом – ДОГОВОР (дыхание, обмен веществ, гомеостаз, обмен энергией, выживание, обмен информацией, размножение). Образно говоря, организм заключает ДОГОВОР с окружающей средой об условиях своего существования и выживания в природе. Чтобы понять

всю сложную систему взаимоотношений организмов со средой необходимо усвоить совокупность приёмов, методов и методик используемых в общей экологии. Одним из этапов поиска решения является этап выявления системообразующего фактора и проверки его влияния на изучаемый объект или сообщество.

Задания.

1. Проанализировав приложение 1. Проследите эволюцию методов и подходов в экологических исследованиях с учетом этапов становления экологии как науки.
2. Заполните пустующие блоки схем рис. 3.1. «Методы исследования природы».

Схема А

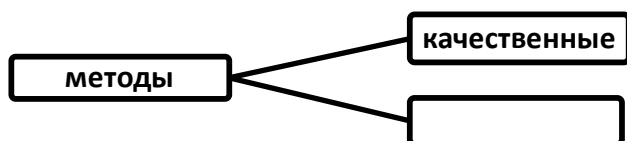


Схема Б

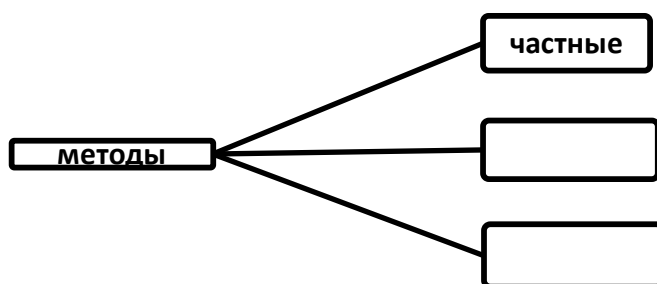


Схема В

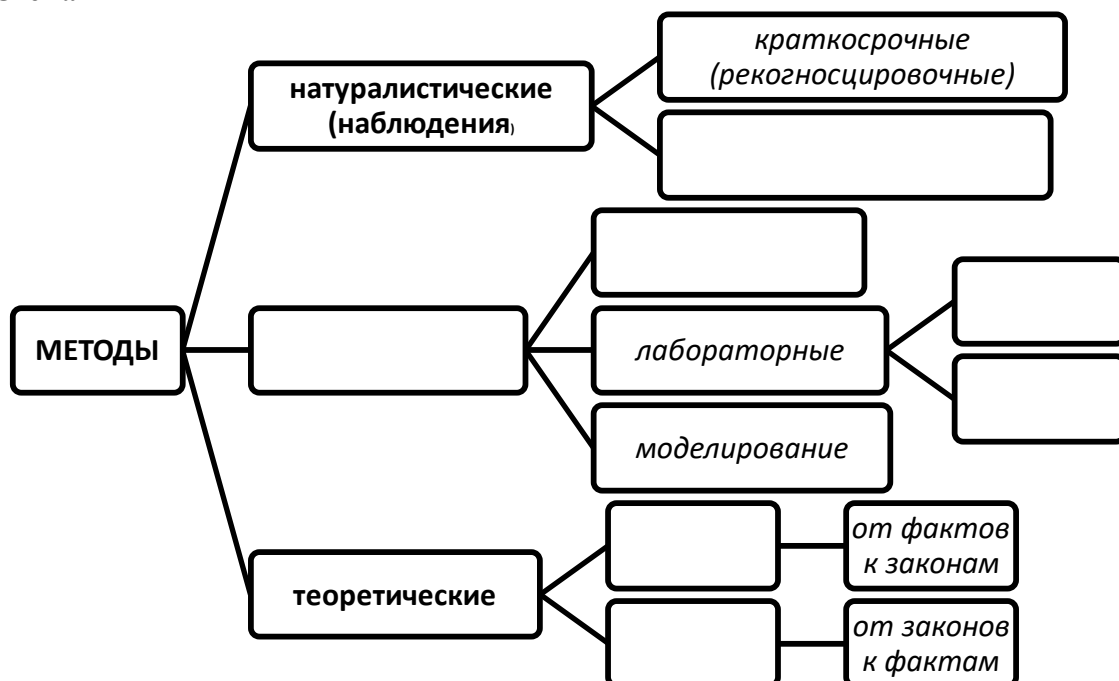


Рис. 3.1 Методы исследования природы

ЗАДАЧИ ОТКРЫТОГО ТИПА

А. Ладзаро Спалланцани*** решил доказать, что микробы размножаются делением, а не ударом друг о друга, как утверждал его современник, учёный Эллис. Для этого ему нужно было отделить одного микроба от остальных, чтобы он ни с кем не мог столкнуться, а затем только наблюдать в микроскоп, разделится микроб надвое или нет. Но как выловить одно из этих крошечных созданий среди других, столь же малых? Его ведь не возьмёшь за хвост, как рыбку, и не вытащишь...

Как одного живого микроба отделить от остальных?

Б. Ван Хельмонт*** проводил опыты с растениями: он выращивал деревья в оранжерее на почве, которую предварительно взвешивал. После завершения опыта он взвесил выросшее дерево (иву) и снова взвесил почву. При этом получилось, что за пять лет, в течение которых Ван Хельмонт только поливал почву, дерево приобрело 74 килограмма, а почва потеряла всего 60 граммов. Из этого он сделал вывод, что дерево строит своё тело не из материала почвы, а из воды. Найдите в выводах Ван Хельмонта рациональное зерно и ошибки.

Какие факторы не учёл исследователь при подведении итогов своего опыта?

3. Общие закономерности действия экологических факторов на организм

Цель – выяснить значение понятия «факторы среды», изучить экологические факторы и их классификации, раскрыть смысл основных законов факторальной экологии, показать их практическое значение.

Аппаратура, оборудование и материалы: проекционное оборудование, таблицы «Законы общей экологии».

Понятия и термины: экологический фактор, абиотические факторы, биотические факторы, антропогенные факторы, витальные и сигнальные факторы, факторы - ресурсы, факторы - условия, закон минимума, зона оптимума, зона пессимума, критические точки, экологическая валентность, эвритермные виды, эврибатные виды, эвригалинные виды, стено- и эврибионты, эвриоксибионты, автотрофы, экологический спектр вида, анабиоз, гипобиоз, криптобиоз, эврибионты, стенобионты, зона преферендума, гомо- и гетеротипические реакции, толерантность, голозои, пагон, фототроф, фитофаг, сапрофит, акклимация, сапрофаг, хемотроф, констелляция факторов, эффективная температура, правило Аллена, правило Бергмана, правило Глогера, эстивация, транспирация, полипноэ, эстивация.

Организационная форма занятия – работа в малых группах (решение терминологических, биолого-экологических и ситуационных задач)

Методические рекомендации: предлагаемые в лабораторной работе задания по усмотрению преподавателя могут быть даны как для самостоятельного решения студентам, так и рассмотрены совместно в ходе занятия.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Что называется экологическим фактором?
2. Назовите критерии экологического фактора.
3. Какие принципы классификаций экологических факторов вам известны?
4. В чем особенность классификации экологических факторов предложенная В.П. Тыщенко?
5. Раскройте сущность классификаций экологических факторов А.С. Мончадского.
6. Что такое сигнальный фактор? Чем он отличается от других абиотических факторов?
7. Назовите количественные показатели экологического фактора.
8. На каком принципе основано различие факторов-ресурсов и факторов условий?
9. Что такое экстремальные условия? Приведите пример.
10. Что принято понимать под «пороговым эффектом»?

11. Сформулируйте закон(ы) минимума (Ю.Либих, 1840). Какой образ был придуман Либихом для иллюстрации закона?
12. Что такое экологическая толерантность?
13. Сформулируйте закон толерантности (В. Шелфорд, 1913)
14. Сформулируйте закон совокупного действия факторов Э. Митчерлиха-Э.Тинемана-Б.Бауле).
15. Сформулируйте закон незаменимости фундаментальных факторов, по В.Р. Вильямсу, 1949.
16. Что такое лимитирующий фактор? Сформулируйте закон ограничивающих (лимитирующих) факторов (Ф.Блэкман, 1909).
17. Сформулируйте Правило замещения экологических условий (В.В. Алехина). В чем проявляется «эффект замещения» при комплексном воздействии факторов на организм?
18. Дайте формулировку правила экологической индивидуальности Л.Г. Раменского.
19. Кто и когда открыл явление анабиоза? Какие организмы могут впадать в анабиоз?
20. Чем отличается гипобиоз от криптобиоза? Приведите примеры обоих случаев.
21. С позиции закона лимитирующего фактора обоснуйте необходимость введения экологических нормативов – предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ, предельно допустимых уровней (ПДУ) воздействия излучений.

Задания.

1. Начертите схему классификации экологических факторов (по Н.Ф. Реймерсу, 1990).
2. Начертите схему классификации экологических факторов (по Г. Вальтеру, 1960).
4. Заполните таблицу 5.1 экологические факторы среды (по И.Н. Пономаревой, 2001). Чем определяется многообразие классификаций экологических факторов?

Таблица 5.1

Экологические факторы среды (по Пономаревой И.Н., 2009.)

Абиотические	Биотические	Антропогенные
1. Климатические: _____ 2. эдафические т.е. почвенные и грунтовые: _____ 3. Орографические: _____ 4. химические: _____ 5. Физические: _____	1. Фитогенные- 2. Зоогенные- 3. Микогенные – 4. Микробогенные	1. Плановые – 2. Непредвиденные- 3. Влияния, обусловленные жизнедеятельностью человека как организма 4. Влияния, обусловленные социокультурной деятельностью человека

1. Графическое изображение, какого закона дано на рис.5.3?



Рис.5.3 Пределы выносливости вида

2. Графическое изображение какого закона дано на рис.5.4. охарактеризуйте кривые. Как в экологии называют виды чьи показатели вы видите на рисунке?

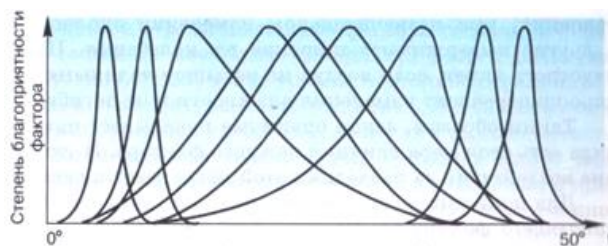


Рис.5.4 Положение кривых на температурной шкале для разных видов

3. Внимательно проанализируйте графики, представленные на рис. 5.5, 5.6. В каждом варианте ответьте, какой вид находится в оптимальных условиях обитания: первый или второй? У первого или второго организма толерантность больше (рис. 5.5).

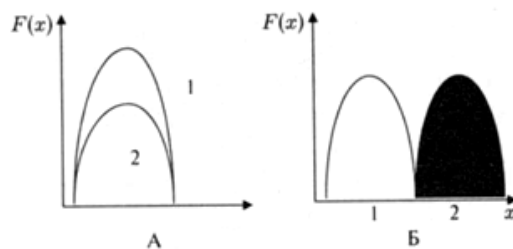


Рис. 5.5. Изменение функции отклика (выживаемости) вида в зависимости от изменения фактора

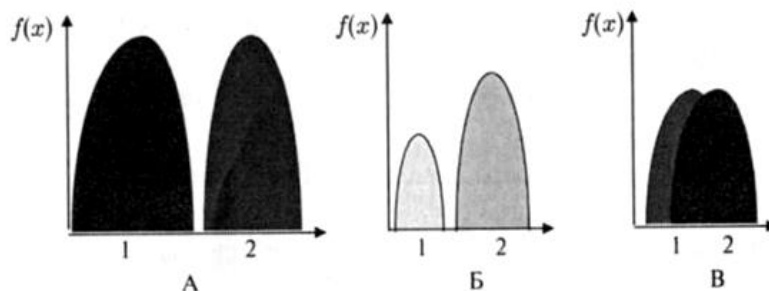


Рис.5.6. Функция отклика (выживаемости) двух разных организмов в зависимости от температуры

4. Роль отдельных экологических факторов в жизни организмов

Цель – изучить изменение реакции организма на действие экологического фактора в пространстве и времени, раскрыть значение для живых организмов абиотических факторов, раскрыть смысл основных законов факторальной экологии, показать их практическое значение.

Аппаратура, оборудование и материалы: проекционное оборудование, марля, 2 пластиковых чашки Петри, липкая лента, горелка, металлическая палочка, вата, безводный хлористый натрий, лейкопластырь, десять мокриц, пластилин, гербарий «Экологические группы растений».

Понятия и термины: экологический фактор, абиотические факторы, витальные и сигнальные факторы, факторы - ресурсы, факторы - условия, температура, свет, давление, радиоактивное излучение, закон минимума, зона оптимума, экологическая валентность, эвритермные виды, эврибатные виды, эвригалинные виды, анабиоз, гипобиоз, криптобиоз, фотопериодизм, фототроф, констелляция факторов.

Организационная форма занятия - групповое проведение и защита лабораторных работ, решение экологических задач.

Вопросы, выносимые на обсуждение

1. Какое действие оказывают на организмы климатические факторы?
2. В соответствии с закономерностью установленной в 1920 г. американскими учеными У. Гарнером и Г. Аллардом на какие большие группы по времени активности и отношению к свету и температуре делятся растения и животные?

3. Какова экологическая роль температуры?
4. Какую роль играет снежный покров в жизни организмов?
5. Какую роль играет эдафический фактор в жизни растений и животных?
6. Охарактеризуйте рельеф как экологический фактор.

Задачи

1.2 Определение корреляционной зависимости численности животных от относительной влажности.

Количественные данные по абиотическим факторам в экологических исследованиях анализируются с применением методов математической статистики. Часто применяемым методом анализа является корреляционный анализ, позволяющий установить тесноту связи между параметрами объекта и влияющим на него фактором.

Определить корреляционную зависимость между численностью насекомых и относительной влажностью для двух биотопов (табл.5.2).

Анализ данных.

Рассчитать коэффициент корреляции для малой выборки по формуле:

$$a_1 + a_2 - a_3$$

$$r = \frac{a_1 + a_2 - a_3}{2 \sqrt{a_1 a_2}}; \quad a_3 = a_1 - a_2; \quad \text{где: } a_1, a_2 - \text{суммарное прямое}$$

отклонение по каждому вариационному ряду; a_3 - суммарное прямое отклонение по двум рядам.

Суммарное прямое отклонение рассчитывается следующим образом:

$$a = \sum[(V-A)^2] - \frac{[\sum (V-A)]^2}{n};$$

Где A – среднее арифметическое; n – объем выборки.

Корреляция бывает прямая (+r) и обратная (-r). По силе корреляционной зависимости различают полную корреляцию ($r > 0.96$); сильную ($r = 0.76 - 0.95$); среднюю ($r = 0.5 - 0.75$); умеренную ($r = 0.26 - 0.49$); и слабую ($r < 0.25$). Значения полученного коэффициента корреляции указывают на направление и степень зависимости рассматриваемого показателя от фактора, в нашем примере численности животных от показателей относительной влажности в их местах обитания (табл. 6.2).

Таблица 6.2

Выборки данных по показателям относительной влажности и численности насекомых для двух биотопов

1 биотоп		2 биотоп	
Отн. влажность	Численность	Отн. влажность	Численность
72	14	60	17
72	15	62	17
74	15	62	14
74	10	62	16
76	10	64	18
78	14	64	18
78	18	66	16
78	21	66	17
78	20	68	14
80	14	68	13
82	12	70	10
84	12	70	19

2.Задание - абиотические факторы среды (реакция водной среды)

В табл. 6.3 приведены экспериментально определенные диапазоны толерантности (устойчивости) видов пресноводных беспозвоночных животных по отношению к реакции водной среды (рН).

Таблица 6.3

Диапазоны толерантности пресноводных беспозвоночных животных к реакции водной среды (по Березиной, 2001)

Вид	Группа	Диапазон толерантности к рН
<i>Palmomyia lineata</i>	Мокрецы	2,0-11,0
<i>Asselus aquaticus</i>	Ракообразные	4,5-11,0
<i>Oligotricha striata</i>	Ручейники	4,5-9,0
<i>Euglesa subtruncata</i>	Моллюски	6,0-9,0
<i>Tubifex tubifex</i>	Олигохеты (малощетинковые черви)	6,0-11,0
<i>Helobdella stagnalis</i>	Пиявки	7,0-8,5

Сравните ширину диапазонов толерантности этих видов. Какие из них можно назвать эврибионтными по отношению к показателю рН, а какие – стенобионтными? Какая реакция среды является оптимальной для устойчивого существования большинства видов? Подкисление или подщелачивание среды оказывает более негативное влияние на сообщество этих беспозвоночных?

3.Задание - абиотические факторы среды (температур)

Вредитель пищевых запасов - мучной клещик может приносить колоссальный ущерб на зернохранилищах, приводя зерно в состояние полной непригодности. Оптимальной для жизнедеятельности клещика является температура +20-22°C, развитие яйца длится 3-4 дня, при + 10°C-растягивается до полутора месяцев. Температура ниже +5-7°C и выше +45-50°C для него губительна. При влажности зерна 10-12% он погибает от повышенной сухости, а при влажности зерна 70% и выше -из-за развития плесневых грибов. Оптимум влажности воздуха составляет 50-60%.

В координатном пространстве основных микроклиматических параметров (ось X - влажность, ось Y -температура) изобразите двухмерную экологическую нишу клещика. Предложите безопасный способ защиты зерна от этих вредителей пищевых запасов без использования пестицидов.

4. Задания - совместное действие абиотических факторов.

4.1 Проанализируйте график (рис. 6.1), отражающий особенности развития личинок яблонной плодовой жорки (*Laspeyresia pomonella*) в зависимости от влажности и температуры. Какие условия для вида наиболее оптимальны? Что вы можете сказать о возможной родине вида? (Пример приведен по Дре, 1976.)

Рассмотрите график зависимости смертности куколок яблоневого плодового жорка сразу от двух факторов: влажности и температуры.

А. Определите, какой фактор будет ограничивающим в точке с координатами:

- влажность — 18%; температура — 30 °C;
- влажность — 75%; температура — 2 °C;
- влажность — 70%; температура — 37 °C.

Б. Назовите диапазон оптимальной для вида:

- температуры; б) влажности.

В. Назовите пределы выносливости вида (диапазон между критическими точками) по температуре и по влажности.

Г. Используя рисунок к заданию, запишите, где опасность резкого увеличения численности яблоневого плодового жорка выше: в районе со средними летними температурами от 20 до 30 °C и относительной влажностью 60—80% или в районе со средними летними температурами от 30 до 35 °C и влажностью 40—50%.

Д. Используя рисунок к заданию, постройте два графика зависимости смертности куколок яблоневого плодового жорка от действия температуры при относительной влажности 70% и 40% X ординаты-температура C°, Y – смертность (%).

Запишите координаты точек построенных графиков в таблицы.

Относительная влажность 70% (первый график)

Температура												
Смертность												

Относительная влажность 40% (второй график)

Температура								
Смертность								

Объясните, почему эти графики отличаются друг от друга. Всегда ли постоянна зона оптимума? Что такое акклимация?

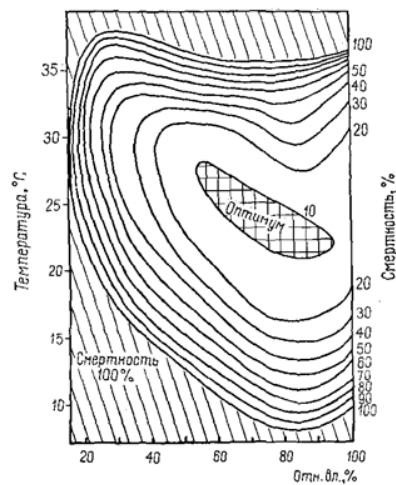


Рис. 6.1 Зависимость смертности куколок яблоневой плодовой жоржки от двух факторов: влажности и температуры

4.2 Существуют условия оптимумов температуры и влажности, при которых наблюдается самая низкая смертность, наибольшая продолжительность жизни и плодовитость, наибольшая скорость развития и т. д. С этой точки зрения лучше всего изучены главным образом насекомые. Опишите график изображённый на рисунке 6.2, сделайте выводы.

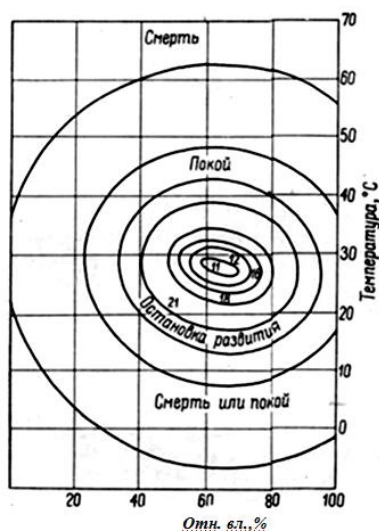


Рис. 6.2. Совместное влияние температуры и влажности на хлопкового долгоносика (*Anthonomus grandis*) (Pierce, 1917) для каждой зона указана продолжительность развития в днях.

4.3 От чего зависит плодовитость долгоносика *Sitophilus oryzae* рис. 6.3. При какой температуре кладка больше. При какой относительной влажности самка перестают откладывать яйца независимо от температуры.

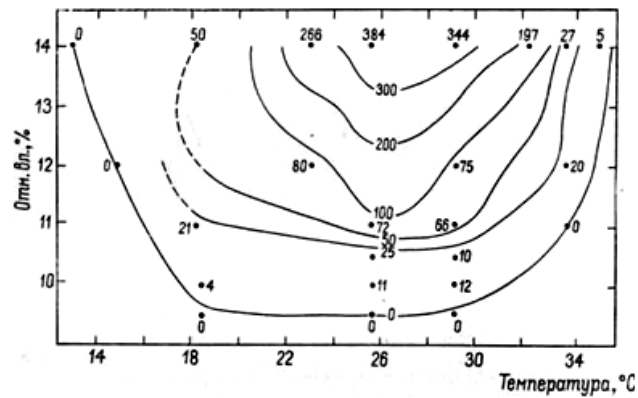


Рис.6.3. Количество яиц, откладываемых самкой *Sitophilus oryzae* в зависимости от температуры и влажности (Birch, 1954).

4.4 На рисунке 6.4 в координатном пространстве двух осей (ось X - температура в диапазоне от 0 до 40°C, ось Y - влажность в диапазоне от 20 до 100%) построены округлые или овальные фигуры, являющиеся графическими моделями экологических ниш четырех видов (1, 2, 3 и 4).

Ответьте на вопросы:

1. Какие виды не могут обитать на одной территории и почему?
2. Какой фактор в большей степени лимитирует распространение вида 3 - температура или влажность?
3. Какой из видов может быть охарактеризован в качестве «криофильного ксеробионта», а какой - в качестве «термофильного гигробионта»?
4. Какой из видов будет лучше других переносить диапазон условий, обозначенный на рисунке белым квадратом?
5. Какие виды являются эвритермными, а какие - stenотермными?

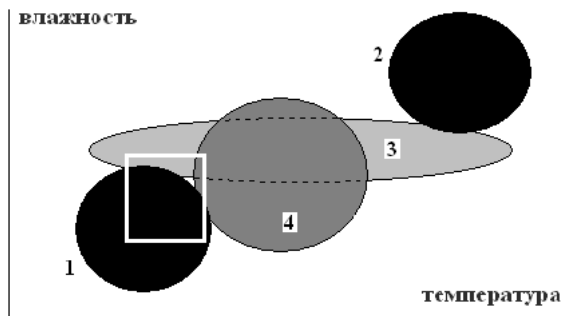


Рис. 6.4. Графические модели экологических ниш четырех видов

5.Задание – воздействие антропогенных факторов.

На рис. 6.5 показана реакция на техногенное (нефтехимическое) загрязнение среды видов хвойных деревьев, выражающаяся в изменении густоты корней и их профильного распределения.

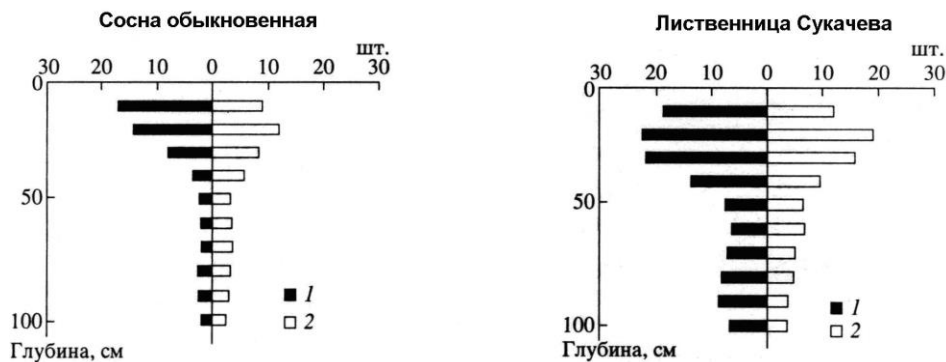


Рис.6.5 Количество выходов корней хвойных деревьев на стенке почвенных траншей в условиях нефтехимического загрязнения (1) и в экологически чистых условиях (2) (по: Зайцев, Кулагин, Богаутдинов, 2001)

Как меняется структура корневых систем данных видов под влиянием химического загрязнения? Какое физиологическое значение имеет, по Вашему мнению, эта адаптационная реакция? Приведите другие примеры адаптаций видов к действию антропогенных факторов.

6.Задания – адаптивные возможности организмов.

6.1 В свободные ячейки таблиц 6.4, 6.5 впишите, в чем состоит та или иная адаптация характерная представленного животного, растения.

Таблица 6.4

Виды адаптации животных к факторам среды					
Адаптации к низким температурам					
як	кит	медведь	лягушка	дикие гуси	белка
					
			Зимний анабиоз	перелёты	
Адаптации к высоким температурам					
тушканчик			змеи		
					
Летняя спячка					
Адаптации к недостатку влаги					
верблюд			протоптерус		
					
			спячка		
Адаптации к не достатку света					
дождевой червь	землеройка		глубоководные рыбы		
					
			светящиеся органы		

Таблица 6.5

Адаптации растений к факторам среды

Низким температурам			
береза	карликовая береза	ель	чеснок
			
			луковица
Повышенная влажность			
кувшинка	монстера	плакучая ива	Повышенная интенсивность испарения
			
Недостаток света			
фиалка	ландыш	ветреница	
			
мозаичность расположения листьев			

6.2 Проанализируйте фактический материал, содержащийся в таблице 6.7 и ответьте на следующие вопросы:

1. Каким образом весовая нагрузка тела на опорную поверхность ног связана с географическим распространением родственных видов животных? (рассмотрите на примере копытных и куропадок)
2. Каким образом весовая нагрузка тела на опорную поверхность ног связана с биотопической приуроченностью родственных видов животных? (рассмотрите на примере зайцев).
3. Весовая нагрузка рыси вполне сопоставима с весовой нагрузкой лося (422 и 440 г/см² соответственно). Однако для рыси - полуметровый слой снега является серьезным препятствием, а для лося - нет. Почему?

Таблица 6.7

Весовая нагрузка тела на опорную поверхность ног у родственных видов животных

Вид	Весовая нагрузка тела, г/см ²
Белая куропатка	12
Серая куропатка	40
Заяц - беляк	17
Заяц - русак	22-24
Северный олень	140-180
Лось	440-570
Кабан	900

6.3 Связь размеров и пропорций тела животных с климатическими условиями обитания была подмечена еще в 1847 году Карлом Бергманом.

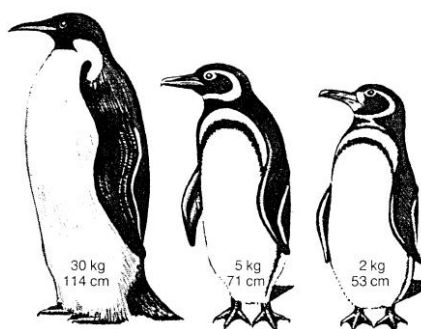


Рис. 6.6 Пингвины (слева-направо): императорский (65⁰ ю.ш.), магеллана (50⁰ ю.ш.), галопогосский (1⁰ ю.ш.)

Согласно правилу, у животных одного вида или близких видов размеры тела (рис.6.6) определяются температурными условиями среды. Сформулируйте правило Бергмана и объясните, как размеры и пропорции тела связаны с климатом. Правило Бергмана обычно выполняется лишь в определенном диапазоне широт: до некоторой широты (часто у границ тайги и тундры) размеры гомойотермных животных растут, а дальше к северу вновь уменьшаются. Есть примеры, прямо противоречащие правилу Бергмана: самый крупный подвид белой куропатки обитает на юге, в лесостепи, а самый мелкий - в тундре. Чем, по-вашему, могут объясняться эти «нарушения правил»?

Следствием правила Бергмана является правило Аллена. При разных температурах один и тот же вид, имеющий широкое географическое распространение (рис.6.7, 6.8), может приобретать физиологические и морфологические особенности, адаптированные к местным условиям. В 1877 году Джоэл Аллен установил закономерность, которая наглядно проявляется также при сравнении конечностей, ушей и хвоста у экологически близких видов.

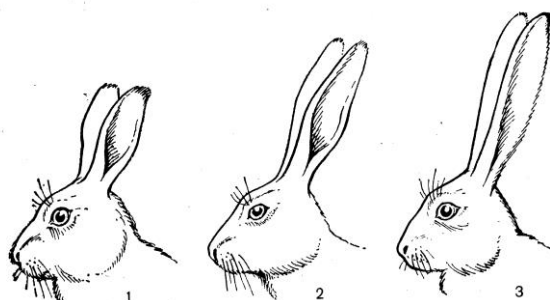


Рис. 6.7 Относительный размер ушных раковин у зайцев: 1- беляк, 2 - толай, 3 - американский заяц



Рис. 6.8 Соотношение

размеров головы и ушей у песца, лисицы обыкновенной и лисицы фенека

Напишите, в чем заключается правило Аллена.

5. Экологические группы и жизненные формы организмов.

Методические рекомендации:

Жизненные формы отражают приспособленность организмов ко всему комплексу экологических факторов, т.е. к специфике данного местообитания в целом, и проявляются в своеобразии внешнего облика и особенностях строения и физиологии, тогда как экологические группы отражают приспособленность организмов к отдельным факторам внешней среды (И.Н. Пономарева, 1975, 1994). Экологические группы животных можно демонстрировать на примере любой таксономической группы, для которой разработана соответствующая экологическая классификация.

Наиболее показательным может быть анализ экологических групп позвоночных животных, представители которых отличаются хорошо выраженными адаптивными особенностями. Экологические группы позвоночных животных целесообразно анализировать, опираясь на классификации, приводимые в сводках по их экологии (С. П. Наумов, 1973, 1982; В. М. Константинов, С. П. Наумов, С. П. Шаталова, 2000).

3.1 Задание. Изучение основных экологических групп животных и специфики адаптации животных к обитанию в основных средах жизни

1. Изучите основные экологические группы животных, отметьте принципы распределения по группам и приспособительные реакции животных каждой группы:

а) заполните таблицу 4.8 «Экологические группы рыб (по месту обитания)»;

Таблица 4.8

Экологические группы рыб (по месту обитания)

Экологическая группа	Место обитания	Представители
Морские рыбы		
1	Обитают в соленой воде Живут в толще воды	Акулы, сардины, макрели, луна-рыба
2		Скаты, некоторые камбалы, бычки, химеровые, кузовок
3.		Тифлонус, удильщики: европейский, или морской черт, удильщик-долопихт, гимантолов; тактосома, макропинна, топорик, палочкохвост, галатеа таума, линофрина, долопихт, диаф, полорыл, ипнос
Пресноводные рыбы		
1.		
2.		Карась, лини, некоторые суги

3.		<i>Щука, окунь</i>
		<i>Форель, жерех</i>
		<i>Лососевые: кета, горбуша, семга; осетровые: осетр, белуга; некоторые сельди</i>
	<i>Обитают в предустьевых опресненных частях морей, а размножаются и иногда зимуют в реках</i>	<i>Вобла, лещ, сазан</i>

б) заполните таблицу 4.9 «Экологические группы амфибий (по месту обитания)»;

Таблица 4.9

<i>Экологические группы амфибий (по месту обитания)</i>		
Экологическая группа	Место обитания	Представители
	<i>Чисто водные, никогда не выходят на сушу</i>	<i>Хвостатые амфибии: протей, сирены, некоторые амфиумовые; бесхвостые: африканские шпорцевые лягушки</i>
		<i>Бесхвостые: жабы, бурые лягушки: травяная, остромордая; зеленые лягушки: озерная и прудовая; хвостатые: огненная и кавказская саламандры</i>
		<i>Квакша (размножается в водоемах), филломедузы, африканские хватающие лягушки, яванская летающая лягушка</i>
		<i>Безногие: кольчатая червяга, цейлонский рыбозмей; бесхвостые: чесночница</i>

в) заполните таблицу 4.10 «Экологические группы рептилий (по месту обитания и способу передвижения)»;

Таблица 4.10

Экологические группы рептилий (по месту обитания и способу передвижения)

Экологическая группа	Представители
<i>Наземные животные</i>	
<i>1</i>	<i>Крокодилы, вараны, некоторые сухопутные черепахи</i>
<i>2</i>	<i>Агамы, игуаны</i>
<i>3</i>	<i>Агамы, гекконы, ящерицы, игуаны</i>
<i>4</i>	<i>Все змеи</i>

г) заполните таблицу 4.11 «Экологические группы птиц (по месту обитания и пищевой специализации)»;

Таблица 4.11

Экологические группы птиц (по месту обитания и пищевой специализации)

Экологическая группа	Условия обитания, пищевая специализация	представители
<i>Кустарно-лесные птицы</i>		<i>Дятлы, поползень, чиж, иур, колибри, тукан, чкчетка, щегол</i>
<i>1. древеснолазающие</i>		
<i>2 лесные</i>		<i>Мухоловки, ястребы</i>
<i>3 лесные наземные</i>		<i>Рябчик, тетерев, глухарь</i>
<i>Болотно-луговые птицы</i>		
<i>1. Голенастые бродные</i>		<i>Цапли, журавли, аисты</i>
<i>2 лазающие болотные</i>	<i>Населяют густые заросли на болотах и сырых лугах Корм: растительная и животная пища, преимущественно беспозвоночные с земли, растений, воды</i>	<i>Пастушковые: коростель, погоныш, султанская курица, лысуха</i>
<i>3 кулики отмелей</i>		
<i>Степно-пустынные птицы</i>		
<i>1</i>		
<i>2</i>		<i>Страусы, дрофы, стрепет</i>
		<i>Рябки</i>
<i>Водные птицы</i>		
<i>1. нырцы</i>	<i>Кормятся в воде, гнездятся на суше близко от воды корм: рыбы, ракообразные, моллюски в толще воды и на дне</i>	
<i>2. воздушно-водные</i>		<i>Трубноносые: альбатросы, буревесники, чайковые: поморник, чайки, крачки, водорезы</i>
<i>3.</i>		

д) заполните таблицу 4.12 «Экологические группы млекопитающих (по месту обитания)».

Таблица 4.12

Экологические группы млекопитающих (по месту обитания)

Экологическая группа	Условия обитания	Представители
<i>Наземные звери</i>		
<i>1</i>		
<i>2</i>		
<i>3</i>		
<i>Обитатели открытых пространств</i>		
<i>1</i>		
<i>2</i>		
<i>3</i>		
<i>Обитающие в различной жизненной обстановке и не имеющие узкой специализации</i>		

<i>Подземные млекопитающие</i>		
<i>Водные звери</i>		
<i>1.полуводные</i>		
<i>2.</i>		
<i>3.полностью водные</i>		
<i>Летающие звери</i>		

2. Сделайте вывод по работе.

Контрольные вопросы к заданию 3.1

1. В чем заключается основное различие понятий экологические группы организмов и жизненные формы организмов?
2. Какие выделяют основные экологические группы рыб (по месту обитания)?
3. Представители какой экологической группы рыб обитают в предустьевых опресненных частях морей, а для размножения заходят в реки?
4. Представителями какой экологической группы амфибий являются кольчатая червяга, цейлонский рыбозмей, чесночница?
6. На основании какого критерия выделяют экологические группы наземных рептилий?
7. Представителями какой экологической группы птиц являются обыкновенная саджа, или копытка, чернобрюхий и белобрюхий рябки?
8. Какова пищевая специализация древеснолазающих кустарно-лесных птиц?
9. Какие основные подразделения выделяют в структуре экологической группы «наземные звери»?
10. Представители какой экологической группы млекопитающих проводят в толще почвы всю или значительную часть жизни?

7. Задание – (лабораторное исследование) изучение основных экологических групп растений и адаптивных реакций, вызванных определенным экологическим фактором, имеющим важное формообразовательное и физиологическое значение.

Выполнение работы

1. Изучите основные экологические группы растений, отражающих приспособленность организмов к отдельным факторам внешней среды:

а) определите принцип выделения экологических групп растений (*отношение к определенному фактору среды, имеющему важное формообразовательное и физиологическое значение и вызывающему приспособительные реакции*);

б) выделите наиболее существенные факторы среды, имеющие важное формообразовательное и физиологическое значение (*влажность почвы и воздуха, свет, тепловые условия, особенности почв, конкурентные отношения в сообществе*);

в) выделите экологические группы растений по отношению к свету (*светлюбивые, или гелиофиты, тенелюбивые, или сциофиты, теневыносливые, или факультативные гелиофиты*);

г) выделите экологические группы по отношению к температуре (*нехолодостойкие, неморозостойкие, льдоустойчивые, нежаростойкие, жаровыносливые, жароустойчивые, пиропфиты*);

д) выделите экологические группы растений по отношению к воде (*гидатофиты, гигрофиты, мезофиты, ксерофиты, суккуленты, склерофиты, эуксерофиты, стипаксерофиты*);

е) выделите основные экологические группы растений по отношению к почве (*ацидофильные, нейтрофильные, базифильные, индифферентные, олиготрофные, эвтрофные, мезотрофные*);

ж) заполните таблицу 6.8 «Приспособительные реакции растений основных экологических групп».

2. Сделайте вывод по работе.

Таблица 6.8

Приспособительные реакции растений основных экологических групп

Экологический фактор	Экологическая группа	Приспособительные реакции, вызванные экологическим фактором	Представители экологической группы
<i>Свет</i>	1.		<i>Растения семейств мятликовых, осоковых, айзовых, портулаковых, амарантовых, маревых, звездчатых, олочайных; василекрусский, софора, сахарный тростник, кукуруза</i>
	2.		<i>Зеленые мхи, селягинеллы, плауны, кислица обыкновенная, грушанки, майник двулистный, бегонии, недотрога, травы из семейств имбирные, мареновые, комелиновые</i>
	3	<i>Фотосинтетический аппарат может перестраиваться при изменении светового режима: в разные сезоны могут проявлять себя то как светолюбивые, то как теневыносливые. У лиственных пород и кустарников листья расположены по периферии кроны, имеют - световую структуру и называются световыми, а в глубине кроны расположены теневые листья с теневой структурой</i>	<i>Кукуруза, сныть обыкновенная, осока волосистая, черника, седмич-</i>
<i>Температура (низкая)</i>	1	<i>Сильно повреждаются или гибнут при температурах выше точки заморзания воды</i>	<i>Растения дождевых тропических лесов, водоросли теплых морей</i>
	2		<i>Некоторые вечнозеленые субтропические виды</i>
	3		<i>Деревья и кустарники, произрастающие в областях с сезонным климатом, с холодными зимами</i>

<i>Темпера тура (высокая)</i>	1.	<i>Повреждаются уже при $t + 30...+40^{\circ}C$</i>	<i>Эукариотические водоросли, водные цветковые наземные мезофиты</i>
	2.	<i>C</i>	<i>Растения сухих мест обитаний с сильной инсоляцией-</i>
	3		<i>Термофильные бактерии и некоторые виды циано-бактерий (синезеленых водорослей)</i>
	4		<i>Растения саванн, сухих жестколистных лесов и кустарниковых зарослей типа чапарала</i>
<i>Вода</i>	1		<i>Элодея, рдесты, водяные лютики, валлиснерия, уруть, ряска</i>
	2		<i>недотрога, цирцея альпийская, бодяк огородный, многие тропические травы. папирус, рис, сердечники, подмаренник болотный, росянка</i>
	3		<i>Самая обширная и неоднородная группа по своему составу. Деревья, кустарники и травы различных зон, многие сорные и большинство культурных растений</i>
	4		<i>Это растения пустынь, степей, песчаных дюн, и сухих сильно нареваемых склонов</i>

	5		<i>Стеблевые: как тусы, стапелии, кактусовидные молочаи; листовые: алоэ, агавы, мезембриантемумы, молодило, очитки; корневые: аспарагус, кислица</i>
	6		<i>Эуксерофиты: полукустарнички, некоторые злаки, полынь, холодная, эдельвейс эдельвейсовидный, узколистные дерновинные злаки - ковыли, тонконоги, типчак</i>
Почва(кислотность почвы)	1.	<i>Растут на кислых почвах с рН менее 6,7</i>	<i>Растения сфагновых болот, белоус</i>
	2		<i>Большинство культурных растений</i>
	3		<i>Мордовник, лесная ветреница</i>
	4		<i>Ландыш, овсяница овечья</i>
Почва (валовый состав почвы)	1	<i>Довольствуются малым количеством зольных элементов</i>	<i>Сосна обыкновенная</i>
	2		<i>Дуб, сныть обыкновенная, пролесник много летний</i>
	3		<i>Ель обыкновенная</i>
	4		<i>Крапива двудомная</i>
	5	<i>Растут на засоленных почвах</i>	<i>Солерос, сарсазан, кокпек</i>

Контрольные вопросы к заданию 6.8

1. В каких признаках внешнего строения побегов выражается адаптивность у гелиофитов?
2. В каких условиях проявляется преимущество сциофитов?
3. В чем адаптивный смысл наличия у одного и того же теневыносливого древесного растения одновременно теневых и световых листьев?
4. К какой экологической группе растений относятся суккулентов и склерофитов?
5. Каковы адаптивные преимущества пиррофитов?
6. Какие две группы выделяют в составе склерофитов?
7. В каких условиях произрастают гигрофиты?
8. В чем проявляется адаптивный характер набора признаков в строении суккулентов?
9. Какие экологические группы растений выделяют по реакции на кислотность почв?
10. Какие экологические группы растений выделяют по отношению к валовому составу почвы?

Жизненные формы организмов

Цель – познакомиться с основными принципами классификаций растений и животных по жизненным формам.

Материалы и оборудование: раздаточный демонстрационный материал – таблицы: «Жизненные формы растений по Раункиеру», «биологические спектры растительности в разных зонах земного шара по системе раункиера», «Жизненные формы покрытосеменных растений по классификации И.Г. Серебрякова», «Соотношение отделов и типов жизненных форм цветковых растений по И.Г. Серебрякову», «Жизненные формы млекопитающих», «Жизненные формы птиц», «Жизненные формы насекомых, схема-рисунок «Соотношение жизненных форм (по Р. Уиттекеру, 1980)», гербарный материал.

Понятия и термины: *жизненная форма, габитус, конвергенция, фанерофиты, хамефиты, гемикриптофиты, криптофиты, терофиты, биологический спектр, куртина, торчки, атмобионты, эуэдафические виды, гемиздафические формы, тамнобионты, хортобионты, герпетобионты, эремобионты, псаммобионты, петробионты, дендробионты, ксилобионты, габитус, поликарпики, монокарпики, интродукция, деревья, кустарники, травы.*

Организационная форма занятия - групповое проведение и защита лабораторных работ.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Что такое жизненная форма? Кем был предложен термин?
2. Какой фактор, по К. Раункиеру, оказал решающее влияние на становление жизненных форм растений. В каких условиях должны были возникнуть разные жизненные формы?
3. Когда говорят о пульсирующих жизненных формах?
4. Какие жизненные формы выделяют у мелких почвенных членистоногих-коллембол? у саранчевых?

Задания

1. Задание - Изучение классификации жизненных форм растений К. Раункиера (1905, 1907)
Выполнение работы

1. Изучите классификацию жизненных форм растений, предложенную Кристенон Раункиером (1905, 1907):
 - а) выделите критерий лежащие в основе классификации К. Раункиера;
 - б) выполните рисунок «Жизненные формы растений по Раункиеру»;
 - в) отметьте и обозначьте на рисунке зимующие почки возобновления, уровень их расположения и соотношения отмирающих и перезимовывающих частей растений;
 - г) заполните таблицу «Характеристика основных типов жизненных форм растений по К. Раункиеру (1905, 1907)» (отметьте только те группы и их представителей, которые представлены на рис. 7.1);
 - д) вычертите схему-рисунок 7.2 «Соотношение жизненных форм в зональных типах растительности земного шара (по Р. Уиттекеру, 1980)», отражающую связь жизненных форм и экологических условий (климата) их существования.
2. Сделайте вывод по работе.

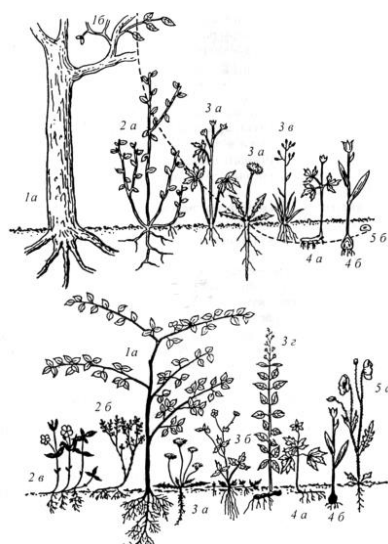


Рис. 7.1. Жизненные формы по Раункиеру (схема): 1- фанерофиты (1а - тополь, 1б - омела); 2 - хамефиты (2а - брусника, 2б - черника, 2в - барвинок); 3 - гемикриптофиты (3а - одуванчик, 3б - виды лютиков, 3в - кустовой злак, 3г - вербейник обыкновенный); 4 - геофиты (4а - ветреница-корневищный, 4б - тюльпан - луковичный); 5 - терофиты (5а - мак-самосейка, 5б- семя с зародышем) Вверху; черным показаны зимующие почки возобновления (пунктиром - линия их расположения); внизу; соотношение перезимовывающих и отмирающих частей (черным - остающиеся, белым - отмирающие на зиму)

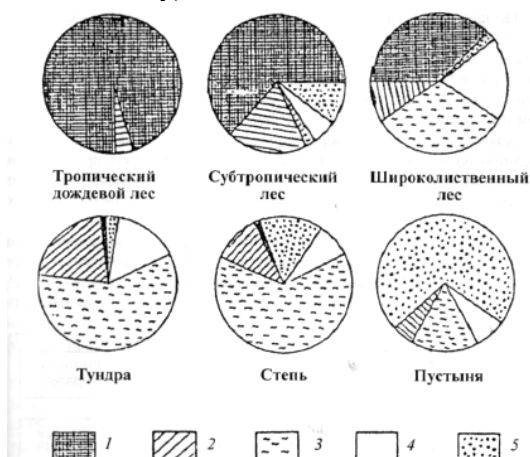


Рис. 7.2. Соотношение жизненных форм в зональных типах растительности земного шара (по Р. Уиттекеру, 1980)

Контрольные вопросы к заданию 1.

1. Что обозначает термин «жизненная форма растений»?
2. Какой признак положен в основу биоморфологической классификации К. Раункиера?
3. Какие крупные категории жизненных форм растений выделены в классификации К. Раункиера?
4. У представителей какой категории жизненных форм растений зимующих почек не остается и возобновление происходит их семян перезимовавших в почве или на почве?
5. У представителей какой категории жизненных форм растений почки возобновления находятся на уровне почвы?
6. Представителям и какой категории жизненных форм растений являются тополь, омела?
7. Каково расположение почек возобновления у геофитов?
8. Исходя из соотношения жизненных форм в зональных типах растительности, определите какие зоны можно отнести к климату гемикриптофитов?
9. В какой зоне самый высокий процент фанерофитов?
10. В какой зоне терофиты являются господствующей группой жизненных форм растений?

2.Задание - Изучение классификации жизненных форм растений И.Г. Серебрякова (1962,1964)

Цель работы: изучить принципы эколого-морфологической классификации и разнообразие жизненных форм растений на основе классификации И.Г. Серебрякова.

Выполнение работы

1. Изучите классификацию жизненных форм растений, предложенную И.Г. Серебряковым (1962,1964):

а) выделите критерий эколого-морфологической классификации и критерии в основе этого подразделения;

б) вычертите схему, отражающую соотношение отделов и типов жизненных форм цветковых растений (по И.Г. Серебрякову (1964), сделав расшифровку соответствующих подписей;

в) зарисуйте основные жизненные формы, выполнив рисунок 7.3 «Примеры жизненных форм покрытосеменных растений по классификации И.Г. Серебрякова» дав расшифровку соответствующим обозначениям;

г) используя гербарий заполните таблицу 7.1 «Характеристика основных типов жизненных форм цветковых растений по И.Г. Серебрякову (1962, 1964)».

2. Сделайте вывод по работе.

Таблица 7.1

Характеристика основных типов жизненных форм цветковых растений по И.Г. Серебрякову (1962, 1964)

Отдел. Жизненная форма	Тип.	Морфологический признак	Условия (экологическая приуроченность)	среды	Представители

Контрольные вопросы к заданию 2

1. На основании, какого критерия выделяют жизненные формы покрытосеменных растений по классификации И.С. Серебрякова?

2. В чем основное отличие полудревесных растений от древесных?

3. Представители, какой жизненной формы древесных растений характеризуются низким ростом стебля, от 5-7 до 50-60 см?

4. Какова экологическая приуроченность представителей жизненной формы кустарнички?

5. Представителями какой жизненной формы являются степные полыни, прутняк, камфаросма, терескен, эфедра?

6. Какой принцип положен в основу деления жизненных форм наземных травянистых растений на две группы?

7. Какая жизненная форма в природе представлена плотнокустовыми, рыхлокустовыми и длиннокорневищными растениями?

8. Какова экологическая приуроченность жизненной формы луковичные поликарпики?

9. В каких условиях проявляется преимущество длинностержнекорневых растений?

10. Какое значение имеет изучение жизненных форм растений для экологических исследований?

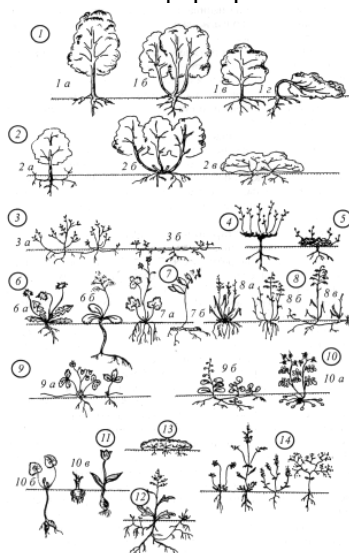


Рис. 7.3. Жизненные формы поктытосеменных растений (по И.Г. Серебрякову, 1964)

Задание - Изучение современных классификаций жизненных форм животных

1. Изучите классификацию жизненных форм животных, предложенную Д.Н. Кашкаровым (1945):
 - а) выделите критерий в основе классификации Д.Н. Кашкарова.
 - б) перечислите основные группы и типы жизненных форм животных (по Д.Н. Кашкарову).
2. Изучите классификацию жизненных форм насекомых (по В.В. Яхонтову, 1969):
 - а) выделите критерий в основе классификации насекомых.
 - б) перечислите жизненные формы насекомых (по по В.В. Яхонтову, 1969)
3. Заполните таблицу «Основные группы жизненных форм животных (по Д.Н. Кашкаров, 1945)».
4. Сделайте вывод по работе.

Таблица 7.2

Основные группы жизненных форм животных (по Д.Н. Кашкаров, 1945)

Основные группы жизненных форм	Типы жизненных форм	Виды жизненных форм	Представители
Плавающие	1. Чисто водные	А)	Моллюски: кальмар, аргонавт; рыбы: акулы, сардины, макрели, караси, лини, щука, окунь, лососевые- кета, горбуша; осетровые- осетр, белуга. юсельди; млекопитающие: китообразные- киты, дельфины; ластоногие – моржи, тюлени
		Б)	
		В)	
	2.	А)	
		Б)	
		В)	
Роющие	1.		
	2.		
Наземные	1. Не делающие нор	А)бегающие	
		Б)	
		В)	
	2. Делающие норы	А)	
		Б)	
		В)	
	3. Животные скал		Млекопитающие: як, горный козел, снежный барс; птицы: стенолаз, горная индейка или улар, черная клушица или алпийская галка, гриф бородач или ягнятник

Древесные лазающие формы		А) не сходящие с деревьев	
		Б) лишь лазающие по деревьям	
Воздушные		А)	
		Б)	Птицы: пустельга, канюк

Контрольные вопросы к заданию 4

1. Какой критерий положен в основу разделения на жизненные формы насекомых?
2. Каковы экологическая приуроченность представителей тамнобионтов и дендробионтов?
3. Представители какой жизненной формы насекомых являются обитателями древесины?
4. Представители какой жизненной формы насекомых живут среди органических остатков на поверхности почвы?
5. Представители какой жизненной формы насекомых являются обитателями травяного покрова?
6. Какие основные группы жизненных форм животных выделены в классификации Д.Н. Кашкарова?
7. Какие основные подразделения включают в себя наземные формы животных по классификации Д.Н. Кашкарова?
8. К какой основной группе жизненных форм животных относятся нектон, планктон, бентос?
9. К какой жизненной форме относятся животные скал?
10. Какие основные подразделения включают в себя плавающие формы животных по классификации Д.Н. Кашкарова?

6 Среда жизни

Цель – изучить основные среды жизни (водная, наземно-воздушная, почвенная, организменная), их характеристики и свойства; показать, что условия среды обитания «диктуют» наличие определенных экологических приспособлений у организмов, её населяющих; изучить основные экологические группы растений и животных, познакомиться с основными принципами классификаций растений и животных по жизненным формам и отношению к биологическим ритмам.

Аппаратура, оборудование и материалы: проекционное оборудование, иллюстрации с изображениями растений и животных, населяющих различные среды обитания, гербарные экземпляры представителей разных экологических групп, пробирки, пипетки, высушенная и растертая до состояния пудры элодея, морковный и свекольный сок, сваренный в крутую желток куриного яйца, культура дафний, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, микроскопы, чашки Петри, пипетки, таблицы: «Экологические группы рыб», «Экологические группы птиц», «Экологические группы млекопитающих», «Типы биологических ритмов».

Понятия и термины: среда жизни, среда обитания, местообитания, биотоп, экотоп, гидробионт, пелагиаль, пелагос, бенталь, батимальная зона, бентос, литораль, гипобиоз, эвригалийный, эвфотическая (фотическая) и афотическая зоны, планктон, нектон, нейстон, абиссаль, аэробиионты, террабионты, почва, педобионт, эдафобиус, эндобионты, эвриоксибионт, пойкилосмотичный, абиссальная зона, эпинейстон, зоопланктон, фитопланктон, гипобиоз, биофильтрация, эколокация, биолюминисценция, фильтрация, эпинейстон, солевой анабиоз, анаэроб, капиллярная вода, аэроб, гравитационная вода, материнская порода, почвенные горизонты, пленочная вода.

Организационная форма занятия - групповое проведение и защита лабораторных работ, разбор конкретных ситуаций.

Вопросы, выносимые на обсуждение

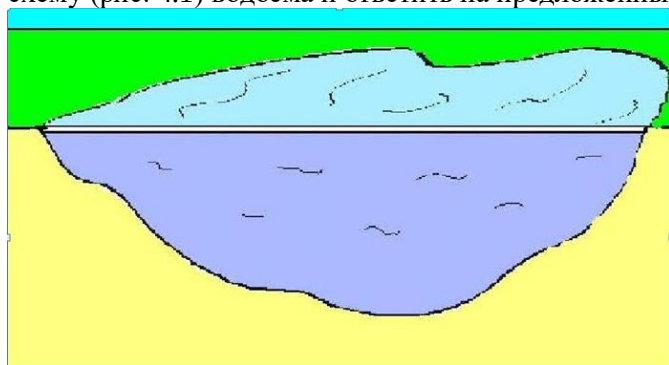
1. Назовите основные среды обитания живых организмов.
2. Какая среда жизни первична?
3. Какие организмы называют первичноводными? Приведите примеры.

4. Какие организмы называют вторичноводными? Приведите примеры.
5. Какая из сред обитания наиболее гетерогенная в пространстве и во времени? Какая наиболее однородная?
6. Дайте определение и приведите организмов монобионтов.
7. Дайте определение и приведите примеры организмов полибионтов.
8. Какова роль живущих в среде организмов по отношению к ней самой?

I. Задания «Среды жизни».

1.1. Задание - водная среда - Основные зоны пресноводного водоема.

Методические указания. Задание представляет собой конструирование профиля водоема: бентали, пелагиали, профундали, литорали, нижней границы фотосинтеза, границы колебания уровня воды. Выполняющий работу должен нанести выше названные зоны на предложенную схему (рис. 4.1) водоема и ответить на предложенные ниже вопросы.



	Литораль
	Бенталь
	Пелагеаль
	Профундаль
	Нижняя граница фотосинтеза
	Границы колебания уровня воды

Рис.4.1. Основные зоны пресноводного водоема

Вопросы к заданию 1.1

1. Какими характеристиками обладает водная среда?
2. Кто входит в группу планктонных организмов? Какими адаптациями они обладают?
3. Опишите nektonных животных, приведите примеры. Какие приспособления они имеют для активного передвижения?
4. От чего зависят заморы?

1.3. Задание - водная среда – Солевой баланс Мирового океана. Проанализируйте данные таблиц 4.1 и 4.2 и сделайте вывод, какие соли имеют наибольшее значение в пресных и соленых водоемах.

Таблица 4.1

Распределение основных солей в различных водоемах (по Р. Дажо, 1975)

Водоемы	Сульфаты, %	Хлориды, %	Карбонаты, %	Соленость, г/л
Пресные воды	13,2	6,9	79,9	-
Открытый океан	10,8	88,8	0,4	35
Черное море	9,69	80,71	2,59	19
Каспийское море	30,5	63,36	1,24	12,86
Аральское море	38,71	58,59	0,93	11,28

Таблица 4.2

Минеральный состав (в%) воды из двух рек, морской воды, плазмы крови человека и цитоплазмы клеток лягушки (по Риклефсу, 1979)

Ионы минеральных веществ	Река Делавер (США)	Река Рио-Гранде (США и Мексика)	Морская вода	Плазма крови человека	Цитоплазма клеток лягушки
натрий	6,7	14,8	30,4	35,6	1,3
калий	1,5	0,9	1,1	1,3	77,7
кальций	17,5	13,7	1,2	1,2	3,1
магний	4,8	3,7	3,7	0,4	5,3
хлорид	4,2	21,7	55,2	39,0	0,8
сульфат	17,5	30,1	7,7	-	-
карбонат	,33,0	11,6	0,4	22,7	11,7

1.4 Задание - водная среда - экологические группы организмов. Существуют две основные категории водной растительности. **А. Бентосная**, т. е. укорененная на дне, называемая также погруженно-водной. **Б. Фитопланктон** — различные виды, существующие как отдельные клетки, их скопления или нити, свободно плавающие в воде. Заполните таблицу 4 используя рисунки 4.3,4.4:

Таблица 4.3

Группы водных организмов

Биота	Бентос	Планктон
Растения		
Животные		

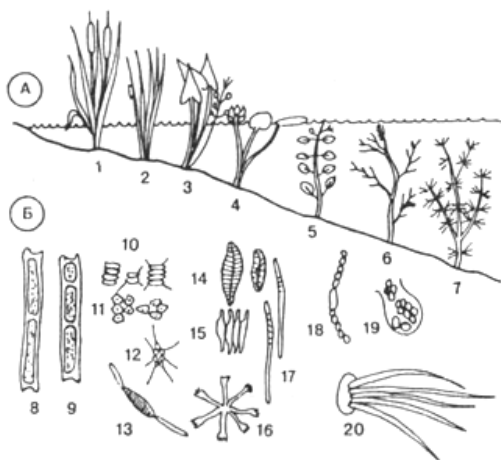


Рис.4.3 Растения пресноводной экосистемы

Растения, укореняющиеся на дне: 1 — рогоз, 2 — ситник, 3 — стрелолист, 4 — кувшинка, 5, 6 — рдесты, 7 — хара. Свободно плавающие водоросли: 8, 9 — нитчатые зеленые, 10—13 — зеленые, 14—17 — диатомеи, 18—20 — сине-зеленые

В тонком поверхностном слое океана находится в основном фитопланктон. Строение этих мельчайших водорослей имеет сложную и разнообразную конфигурацию и поражает изяществом. Около трех четвертей всего органического углерода, производимого морскими растениями, приходится на долю диатомовых водорослей. Плавать или утонуть — для них вопрос жизни и смерти. Остаться у поверхности воды им помогают:

- А. Только пористые панцири из кремнезема
- Б. Пористые панцири из кремнезема и капельки жира в клетке
- В. Пористые панцири из кальция и капельки жира
- Г. Только капельки жира

Сопоставьте растения пресноводной экосистемы рис.4.3(А, Б) со схемой зонального

распределения живых существ рис.4.4 (В), преимущественно животных. Заполните таблицу, укажите живых обитателей бентоса и планктона.



Рис.4.4 Зональное распределение живых существ. 1 - лягушка остромордая, 2 — тритон обыкновенный, 3 — полоскун, 4 — водомерка, 5 — гребляк жуковидный, 6 — гребец схожий, 7 — ручейник глазчатый (личинка), 8 — личинка плавунца окаймленного, 9 — личинка полоскуна, 10 — личинка коретры, 11 — циклоп, 12 — простейшие, 13 — клещ водяной, 14 — червь круглый, 15 — ряска маленькая, 16 — мох сфагнум, 17 — камыш лесной

1.5. Задание - водная среда – (Лабораторное исследование) *Фильтрационный тип дыхания дафний.*

В каждую из восьми пробирок налить по 10 мл воды; в пробирки № 1-4 (опыт) поместить по 25-30 особей дафний; в пробирках № 1а-4а (контроль) – животных нет. В пробирки №1 и 1а добавить 3-5 капель водной суспензии высушенной элодеи; в пробирки №2 и 2а – по 7-10 капель морковного сока, в пробирки №3 и 3а – по 5 капель сока свёклы, в пробирки №4 и 4а – по 3-4 капли суспензии, содержащей растертый сваренный желток яйца.

Примечание: в начале опыта пробирки с одинаковыми номерами визуально отличаться не должны.

Задание для наблюдений: Проследить характер изменений в окраске пробирок к концу занятия. Сделать вывод. Проводить сравнение пробирок 1-1а и т.д. следует на фоне белой бумаги.

1.5 Задание - почва, как среда жизни - (Лабораторное исследование) *Разнообразие почвенных микроорганизмов и водной фауны почвы.*

Методические рекомендации: Для демонстрации почвенной микрофлоры и простейших (рис. 4.5), обитающих в водных пленках и капиллярах, рекомендуется предварительная подготовка. Образцы почвы из верхних горизонтов поместить на чашки Петри за 10—14 дней до занятия. Регулярно смачивать раствором Кно-па (1000 мл дистиллированной воды; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ — 0,25 г; MgSO_4 — 0,06 г; K_2HPO_4 — 0,06 г; KCl — 0,03 г; FeCl_3 — 1 капля 1%-ного раствора), не переувлажняя почву. Держать при повышенной температуре на свету (можно под лампами накаливания по 10—12 часов в сутки). На поверхность почвы положить покровные стекла. В таких условиях будут активно развиваться почвенные водоросли в виде зеленоватых пленок на поверхности почвы и стекла, гифы грибов, простейшие, коловратки и т. п. Предметные стекла на поверхности почвы должны покрыться пленками обрастания.

Водных микроорганизмов можно демонстрировать, взяв почву непосредственно на занятиях из цветочного горшка, если растения в них удобрены, регулярно поливаются и стоят на ярком свету.

Ход работы:

На предметное стекло поместить каплю воды. Затем в нее из чашки Петри перенести препаратной иглой зеленоватые разрастания, расположенные по краям чашки и на поверхности почвы. Расчленив пленки иглой и накрыть покровным стеклом. Сделать другой препарат, взяв пипеткой каплю жидкой фракции из влажной почвы, закрыть покровным стеклом. Рассмотреть препараты сначала под малым, а потом под большим увеличением, записать в тетради ход работы и указать, какие организмы обнаружены в препаратах. Приготовить вытяжку из сухой почвы и сравнить состав ее населения с предыдущей.

Контрольные вопросы к заданию 1.6

5. Почему в почве возможно существование мелких водных организмов — водорослей, простейших?
6. Какой образ жизни они ведут?
7. Чем объяснить разницу в численности простейших из сухой и влажной почвы?
8. Каковы возможные адаптации простейших и водорослей к высыханию почвы?
9. Какова роль простейших в почве?

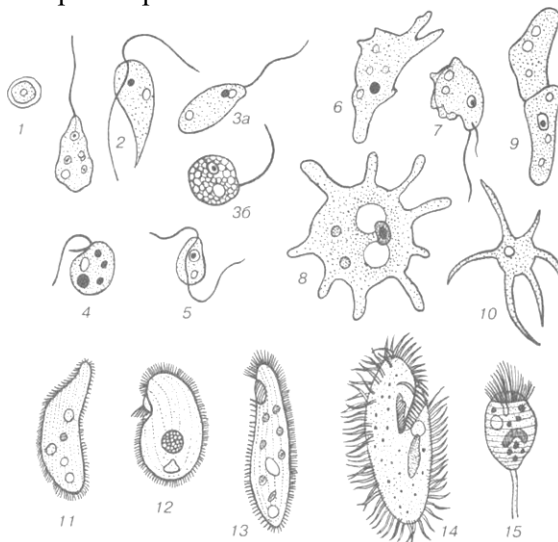


Рис. 4.5. Почвенные простейшие (по Ю. Г. Гельцеру, 1964 г.):

- 1 — *Mastigamoeba invertens* — почвенная форма с цистой; 2 — *Cercobodo crassicauda*; 3 а, б — *Oicomonas terma* — разные формы; 4 — *Monas* sp.; 5 — *Bodo lens*; 6 — *Vahlkampfia* (*Amoeba albida*); 7 — *Naegleria bistadialis*; 8 — *Amoeba gorgona*; 9 — *Amoeba limax*; 10 — *Astramoeba radiosa*; 11 — *Amphileptus* sp.; 12 — *Colpoda* sp.; 13 — *Balantiophorus elongatus*; 14 — *Gonostomium* (*Oxytricha*) *affine*; 15 — *Vorticella microstoma*

1.6 Задание - Почва, как среда жизни- Структура почвы

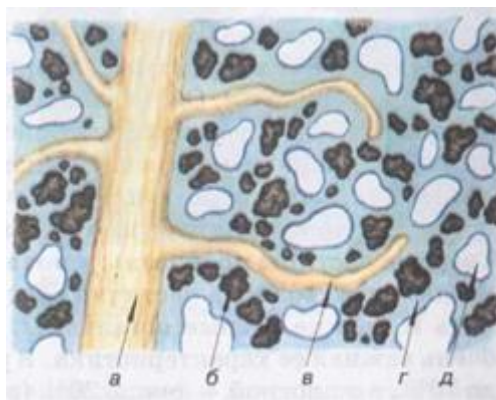


Рис.4.6. Структура почвы

Обозначьте основные структурные элементы почвы представленные на рисунке 4.6.

1.7 Задание - Почва, как среда жизни - *Характеристика почвенной фауны*. Используя учебную литературу и рисунок 6 заполните таблицу, отражающую характеристику почвенной фауны. И ответьте на вопросы.



Рис. 4.6. Эдафобионты

Таблица 4.4

Экологические группы почвенных организмов

характеристика	Экологические группы		
	микробиота	мезобиота	макробиота
Размеры			
Представители и число особей на 1 см ² верхнего 30-сантиметрового слоя почвы			
Чем для них является почва			
Приспособления к среде			

В зависимости от свойств почв можно выделить и другие экологические группы: организмы, обитающие на сыпучих песках (псаммофилы и псаммофиты), на засоленных почвах (галофиты), на меловых отложениях (кальцефилы и кальцефиты). Приведите примеры представленных экологических групп организмов.

Вопросы заданию 1. 7

- ✓ Какие формы почвенной влаги принято различать?
- ✓ Как меняются физические характеристики почвы с глубиной?
- ✓ Разнообразие почвенных организмов подтверждает идею о том, что почва является:
 - А. косным веществом
 - Б. биокосным веществом
 - В. Биологическим организмом
- ✓ Какие размерные группы почвенных организмов принято выделять? Какую из них можно считать водной? Какие адаптации характерны для представителей разных групп?

1.8. Задание – организм как среда жизни – паразитизм у животных. Назовите обозначенные на рисунке 4.7 цикл развития широкого лентеца. Каким животным принадлежат промежуточные стадии данного паразита? Перечислите, какие приспособления есть у лентеца в связи с паразитическим образом жизни. Дайте определение и напишите представителей разных форм паразитизма.

- Эктопаразиты –
- Эндопаразиты –
- Постоянные паразиты –
- Временные паразиты –
- Факультативные паразиты –
- Облигатные паразиты –



Рис. 4.7. Развитие широкого лентеца

Вопросы к заданиям 1.8,1.9

1. Насколько широко распространен паразитизм? В каких таксонах встречаются паразитические формы?
2. Перечислите преимущества и сложности паразитического образа жизни.
3. Какими адаптациями обладают эндо- и эктопаразиты? Какие варианты размножения для них характерны?
4. Приведите примеры симбионтов обитающих внутри организмов?
5. Каковы последствия появления омелы на стволах плодовых деревьев?
6. Каким образом человек может повлиять на распространение лентеца широкого (*Diphyllobothrium latum*)?
7. В каком случае стратегия жизни паразита направлена на гибель хозяина? Приведите примеры.

1.10 Задание - Пути воздействия организмов на среду обитания

В чем заключается роль представленных на рисунке 4.9 организмов в формировании среды? Какое влияние оказывают лесополосы вокруг полей на условия произрастания сельскохозяйственных культур?

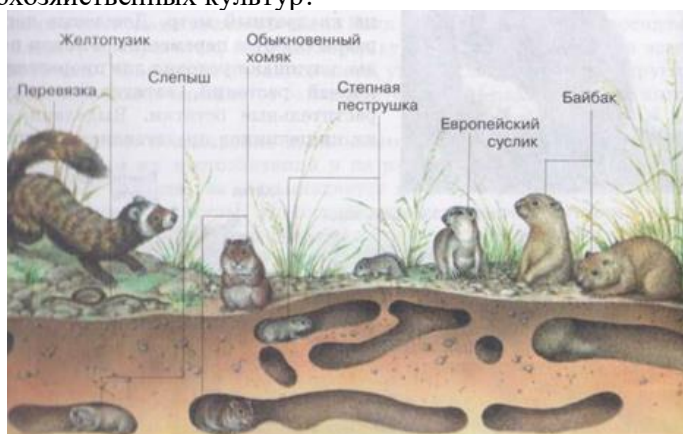


Рис.4.9. Роющая деятельность норных животных в степи

II. Задания «Адаптации к средам жизни».

2.1 Задание - адаптации к средам жизни – *Виды адаптаций растений*. В свободные ячейки таблицы 4.5 впишите, в чем состоит та или иная адаптация характерная представленного растения.

Таблица 4.5

Адаптации растений

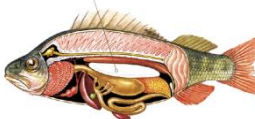
Адаптации к распространению семян животными

чистотел 	 гравиол	голубика 	
Приспособления к ветру			
одуванчик 	кукуруза 	 кермек	
Семена парашютики			
Защита от животных			
боярышник 	кактус 	шиповник 	крапива 
колючки видоизмененный побег			
Взаимодействие с другими организмами			
лианы 	Лес 	омела 	повелика 
	ярусность		
Опыление животными			

георгин 	донник 	лилия 	клевер 	ночная красавица 

2.2 Задание - адаптации к средам жизни – Виды адаптаций животных. В свободные ячейки таблицы 4.6 запишите, в чем состоит та или иная адаптация характерная представленного животного.

Таблица 4.6

Виды адаптации животных			
Адаптации к водной среде			
дельфин 	каarp 	рыба в разрезе 	акула 
	боковая линия	плавательный пузырь	
Адаптации к ночному образу жизни			
ночные бабочки 	летучие мыши 	лемуры 	
		крупные глаза	
Адаптации к почвенной среде			
крот 	дождевой червь 		
1. 2.	членистое тело способствующее передвижению в почве		

2.3. Используя учебную литературу и рисунок 4.10 заполните таблицу «Основные среды жизни и адаптации к ним живых организмов».

Таблица 4.7

Основные среды жизни и адаптации к ним живых организмов			
№ п/п	Среда	Основные свойства среды	Адаптации организма к среде

7. Экология популяций

Цель – раскрыть основные характеристики популяции. Сформировать представление о целостности популяции на основе представления характеристик численности и плотности. Сформировать знания об основных составляющих структуры и закономерностях любой популяции: половой, возрастной, этологической. Сформировать умение анализировать графики кривых различных видов.

Аппаратура, оборудование и материалы: таблица «Популяции», калькулятор, таблица возрастные пирамиды различных видов организмов, таблицы «Экспоненциальная и логистическая кривые роста популяций», графики различных типов популяционной динамики, калькулятор, бинокулярный микроскоп или лупа с большим увеличением, пробирки или колб, чашки Петри или часовые стекла, бумажные фильтры, маленькая мягкая кисточка, вата, эфир, культура дрозофил.

Понятия и термины: вид, популяция, ареал, плотность популяции, неоднородность популяции, панмиктическая популяция, географическая популяция, экологическая популяция, ценопопуляция, демография, пространственная структура популяции, самоизреживание, равновесные популяции, оппортунистические популяции, территориальность, агрегация, принцип Олли, гомеостаз популяции, экспоненциальная кривая, логистическая кривая, миграции, иммиграции, смертность, рождаемость, время генерации, биотический потенциал, эффект группы, миграции, эмиграции, тип динамики, емкость среды, экологические стратегии, виоленты, эксплеренты, пациенты, К-стратегия, r- стратегия

Вопросы, выносимые на обсуждение

1. В чем особенность понятия популяции в экологии?
2. Какие характеристики используют для описания популяций?
3. Что подразумевают под структурой популяции? Чем понятие «структура популяции» отличается от понятия «состав популяции»?
4. Что такое популяционная структура вида?
5. Какие три подхода существуют к классификации популяций?
6. Сто такое структура популяции?
7. Какова поведенческая структура популяции?
8. Что такое динамика популяции?
9. Что такое динамика численности популяции? Отчего зависит изменение численности популяции?
10. Какие типы популяционной динамики известны?
11. Какую часть популяции без ущерба для нее может эксплуатировать человек?
12. Как человек взаимодействует с природными популяциями?
13. Как строится модель динамики численности природной популяции?

Организационная форма занятия: *Решение задач различного уровня сложности.*

Методические рекомендации: Для приблизительной оценки численности популяции в том случае, когда другие, более точные, методы неприменимы (например, при оценке численности рыб в озере или численности мышевидных грызунов в участке леса), используется метод «отлов с мечением — повторный отлов», при котором вычисляется показатель численности, называемый *индексом Линкольна или Петерсена*. Общий размер популяции (N) в этом случае определяется как частное между произведением количества животных в первом (N₁) и во втором (N₂) уловах и количеством меченых животных, обнаруженных во втором улове (n) (метятся и затем выпускаются в среду все особи, отловленные при первом вылове).

$$N = \frac{N_1 \times N_2}{n_{\text{мечен.}}}$$

Расчетная численность может быть дробной величиной, в то время как реальная численность на определенной территории всегда величина целая.

При исследованиях различных популяций тип пространственного распределения особей далеко не всегда можно установить визуально. В реальных популяциях распределение обычно носит переходный характер. Кроме того, при изучении многих популяций, например микроорганизмов или микроартропод в почве, визуальное наблюдение часто невозможно.

Поэтому распределение особей обычно изучают многократно подсчитывая их количество на случайно выбранных площадках или в пробах одинакового размера. Чтобы определить, к какому типу наиболее близко реальное распределение, используют различные статистические методы. Простейший из них - сравнение средней плотности особей и дисперсии наблюдаемого распределения. Дисперсия (σ) или (s) - это средний квадрат отклонений каждого конкретного измерения от среднего значения:

$$\sigma^2 = \frac{\sum(x - m)^2}{n - 1}$$

где x – сумма особей

m – среднее количество особей на площадке;

n – число площадок.

При равномерном распределении разброс данных мал $\sigma^2/m < 1$;

$\sigma^2/m \approx 1$ – распределение случайное;

При групповом (пятнистом (контагиозное)) распределении, - разброс данных велик и $\sigma^2/m > 1$.

Наглядно характер распределения можно также изобразить в виде графика зависимости количества измеренных значений численности от величины численности (т.н. полигона распределения).

Базовый уровень

1. Различают несколько популяций соболя одного из видов рода куниц. Сравните приведённые ниже характеристики. Какие можно сделать выводы?

Заполните таблицу «Морфологические и экологические особенности популяции».

Камчатская популяция соболя – особенно крупные зверьки, пышный, длинный шерстный покров. Обитает в лесах каменной берёзы и кедровых стланиках.

Амурская популяция соболя – средний и мелкий размер, низкий волосяной покров. Предпочитает смешанные хвойные леса.

Енисейская популяция соболя – по размеру крупный и средний зверь, имеющий грубый шерстный покров красноватого цвета. Предпочитает хвойные, кедровые, сосновые леса.

Морфологические и экологические особенности популяции

Популяции	Морфологические особенности	Экологические особенности
Камчатская		
Амурская		
Енисейская		

2. В пахотной почве число дождевых червей, обнаруженных а восьми учетных площадках размером 50х50 см каждая, составляло 80 экземпляров. После применения гербицида – химического средства борьбы с сорняками - сделали учеты на десяти таких же площадках и обнаружили в сумме 25 червей. Какова плотность популяции в расчете на квадратный метр до и после использования гербицида?

3. На территории площадью 100 км² ежегодно производили рубку леса. На момент организации на этой территории заповедника было отмечено 50 лосей. Через 5 лет численность лосей увеличилась до 650 голов. Еще через 10 лет количество лосей уменьшилось до 90 и стабилизировалось в последующие годы на уровне 80-110 голов. Определите численность и плотность поголовья лосей:

а) на момент создания заповедника _____ , _____

б) через 5 лет после создания заповедника _____ , _____

в) через 15 лет после создания заповедника _____ , _____

Объясните, почему сначала численность лосей резко возросла, а позже упала и стабилизировалась?

4. В нижнем течении реки Лены самки осетра приступают к размножению в 12—14 лет при средней длине тела 70 см. Наиболее старые особи доживают до 50 лет, вес их — около 13 кг. На

реке Алдан самки осетра начинают метать икру в 10—12 лет при средней длине тела 58 см. Самым старым особям не более 21 года. Промысловая мера, т. е. минимальный размер особей, разрешенных к отлову, составляет 62 см. Что произойдет с алданской и ленской популяциями осетра, если в результате интенсивной добычи будут вылавливаться все особи, крупнее этих размеров?

5. Определите площадь индивидуального участка волка, если известно, что между логовами должно быть не менее 7 км. Сколько волков может жить в лесах района, площадь которых составляет 22,9 тыс. га?

6. У буков, в зависимости от условий произрастания, состояние подроста длится от 2 до 30 лет, молодого неплодоносящего дерева — от 15 до 120 и плодоносящего — от 40 до 350 лет. Рассчитайте и сравните самый короткий и максимальный сроки прохождения деревом своего жизненного цикла.

Повышенный уровень

1(а). При учете плотности популяции крапчатого суслика полигон исследования в 1 га был разбит на 100 квадратов 10×10 м, в каждом из которых подсчитывалось количество гнездовых нор. В итоге были получены следующие данные: 60 площадок не имели нор, 11 – по 1 норе, 18 – по 2 норы, 9 – по 3 норы, 3 – по 4 норы. Определите тип пространственного распределения популяции суслика по отношению дисперсии (S^2) к среднему числу особей на площадке.

$$\sigma^2 = \frac{\sum(x - m)^2}{n - 1}$$

где x – сумма особей

m – среднее количество особей на площадке;

n – число площадок.

При $\sigma^2/m < 1$ – распределение равномерное;

$\sigma^2/m = 1$ – распределение случайное;

$\sigma^2/m > 1$ – групповое (контагиозное) распределение.

2(а). При определении плотности населения дождевых червей используют довольно трудоемкий метод почвенных раскопок из ям 50×50 см. В одном таком определении на участке с однородным почвенно-растительным покровом было сделано 8 раскопок, в которых обнаружено 25, 28, 32, 21, 37, 26, 24, 33 дождевых червей. Определите тип пространственного распределения (аналогично с заданием 1(а)). Оцените возможность сокращения количества повторностей почвенных раскопок.

3(а). Для лосей характерна большая подвижность: у самок длина суточного хода составляет 2,2 км у самцов – до 1 км (почему у самок – больше?), при этом самцы держатся преимущественно обособленно, а группы чаще представлены самкой с лосятами. Косуля – менее подвижный вид, популяции образованы группами по 2-3 особи.

Для какого из этих видов копытных возможен сплошной отстрел, для какого – только выборочный? Численность, какого вида можно более достоверно оценить методом тропления (зимнего учета по следам)?

4(а). У березы радиус распространения семян ветром достигает 100 м. Плодоносить это дерево начинает с 6-8 лет. На какое расстояние может продвинуться граница популяции березы за 50 лет? Сравнить этот показатель со скоростью продвижения границ популяции сосны обыкновенной, у которой семена распространяются в радиусе 30-60 м, а плодоношение начинается в 15 лет.

5(а). В лесу ученые равномерно расставили ловушки на зайцев-беляков. Всего было поймано 50 зверьков. Их поместили и отпустили. Через неделю отлов повторили. Поймали 70 зайцев, из которых 20 были уже с метками. Определите, какова численность зайцев на исследуемой территории, принимая во внимание, что меченые в первый раз зверьки равномерно распределились по лесу.

6(а). В результате самоизреживания елей в густых посадках количество деревьев на 1 га лесопокрытой площади составляло: в 20-летних насаждениях - 6720 стволов, в 40-летних - 2380 стволов, в 60-летних - 1170 стволов, в 80-летних - 755 стволов, а в 100-летних - 465 стволов. Начертите диаграмму, отражающую уменьшение количества елей в лесу при увеличении возраста деревьев. Рассчитайте площадь, приходящуюся на одно дерево в разном возрасте. В

какой период самоизреживания елей в посадках происходит наиболее интенсивно? Не стоит ли заранее высаживать ели более разрежено? Объясните, почему да или почему нет.

8(а). Чтобы оценить численность форели в небольшом озере 625 форелей были пойманы неводом, помечены и снова выпущены в воду. Через неделю поймали 873 форели, из которых 129 особей имели оставленные в прошлый раз метки. Оцените примерные размеры популяции форели.

Вариант I.

Организационная форма занятия: лабораторная работа «Анализ половой структуры популяции дрозофил».

Методические рекомендации:

Предварительный этап

При комнатной температуре (от 20 до 25° С) жизненный цикл плодовой мушки *Drosophila melanogaster* длится 10-12 дней. В готовые емкости (колбы, пробирки) с одинаковым количеством пищевых ресурсов (банановые корки, виноград, яблоки или питательной среде на агар-агаре с добавлением дрожжей и сахара) помещают соответственно 1, 2, 5, 10, 20, 30 родительских пар дрозофил. Подготовленные пробирки устанавливают в при температуре 25° С) на 10-12 дней.

Подсчет численности мух проводят, перетряхивая их в пустую пробирку и закрывая ее ватным тампоном, смоченным эфиром. Через 5 минут мухи засыпают, и их можно считать, разбирая при помощи мягкой кисточки на листе белой бумаги.

Ход работы:

1. Заранее разлинованные шариковой ручкой (лучше зеленого цвета) бумажные фильтры разложите в чашки Петри.
2. Осторожно высыпайте анестезированных эфиром дрозофил из пробирок на фильтры. Во время исследования мушек легко повредить, поэтому надо пользоваться маленькой мягкой кисточкой. Обработанные эфиром мушки приходят в себя через 5- 7 минут. Если они оживают до того как вы закончили опыт, их можно снова обработать эфиром, для чего в чашку Петри положите предварительно смоченный в нем маленький ватный тампон.
3. Поместите чашку Петри на предметный столик микроскопа.
4. Найдите различия между самцом и самкой дрозофилы на основе следующих признаков: общий размер, размер брюшка, половые щетки на задних лапках, форма верхней части брюшка и внешних половых органов (рис.3) для сравнения внешних половых органов следует перевернуть мушек на спинку, как показано на рисунке.

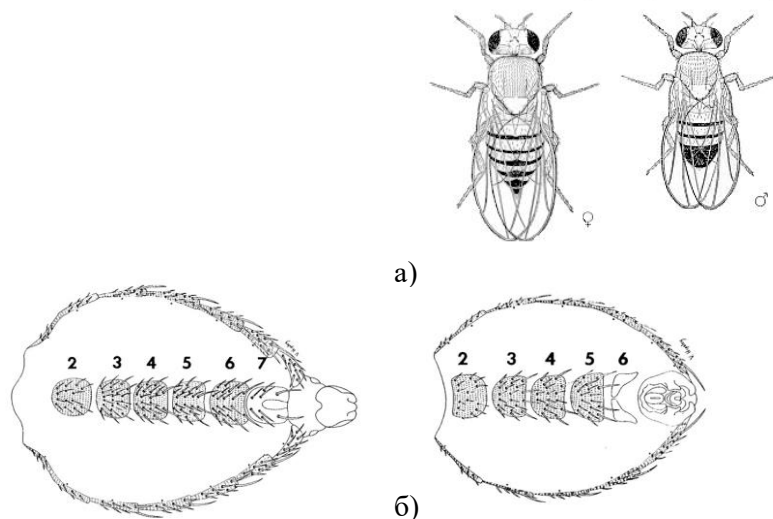


Рис. 3. Отличие самцов и самок дрозофил. Брюшко самки и самца, вид с вентральной стороны. Видны стерниты (у самки - на один меньше)

5. Проведите подсчет самцов и самок (ориентируясь по полоскам на фильтровальной бумаге во избежание повторного счета). Составить отчет в виде таблицы.

Начальная численность популяции	Количество особей через 10-12 дней	Соотношение самцов и самок (в %)

- Вычислите процентное соотношение самцов и самок. Постройте диаграмму половой структуры популяции. Сделайте выводы.
- Верните всех живых мушек в исходные сосуды после завершения исследования.

Вариант II.

Организационная форма занятия: *Решение задач различного уровня сложности.*

Методические рекомендации: При решении задач по экологии популяций необходимо уметь рассчитывать численность популяции, используя ее основные демографические характеристики, уметь строить пирамиду численности, отражающую половозрастную структуру популяции.

Численность популяции определяется балансом четырех важнейших демографических параметров: рождаемости, смертности, скорости иммиграции и скорости эмиграции особей:

$$N = N_0 + b - d + i - e;$$

Первоначальная численность (N_0), *рождаемость* (b) - количество особей, появившихся в популяции на свет (вылупившихся, родившихся) за определенный интервал времени (обычно за год); *удельная рождаемость* определяется с учетом величины самой популяции, что позволяет сравнивать рождаемость в популяциях с различной численностью; *смертность* (d) - количество особей, умерших в популяции за определенный интервал времени (обычно за год); *удельная смертность* подсчитывается с учетом величины самой выборки (популяции); *скорость иммиграции* (i) - количество особей, вселившихся в данную популяцию в течение года в результате миграции из других популяций вида; *скорость эмиграции* (e) - количество особей, покинувших популяцию в результате миграционного процесса в течение года.

При изучении возрастной структуры и характеристики самоподдержания ценопопуляций используют такие характеристики, как индексы возрастности (Δ), эффективности (ω), восстановления (I_v) и замещения (I_s):

$$\Delta = \frac{\sum K_i M_i}{N},$$

где K_i - цена i -возрастного состояния; M_i – плотность i -возрастного состояния; N - плотность ценопопуляции (ЦП);

$$\omega = \sum n_i e_i = \sum p_i e_i,$$

где n_i -абсолютное число растений i -возрастного состояния; p_i - их доля в данной популяции (выборке): $p_i = n_i/n$ (где n – общее число растений); e_i – относительная энергетическая эффективность (или эффективность растений i -го состояния).

$$I_v = \frac{j+im+v}{g_1+g_2+g_3};$$

$$I_s = \frac{j+im+v}{(g_1+g_2+g_3)+(ss+s)}$$

Таблица 3

Онтогенетические состояния и их характеристика

Возрастное состояние	Эффективность, e_i
Состояние покоящихся семян (sm)	0,0099
Состояние проростка (pl)	0,0266
Ювенильное состояние (j)	0,0707
Имматурное (im)	0,1807
Виргинильное (v)	0,4200
Генеративное молодое (g_1)	0,7864
Генеративное зрелое (g_2)	1,0
Генеративное стареющее (g_3)	0,7864
Субсенильное (ss)	0,4200
Сенильное (s)	0,1807
Отмирающие особи (sc)	0,0707

Индекс эффективности характеризует энергетическую нагрузку на среду, вызываемую «средним» растением (в долях энергетической эффективности растений g_2).

Возрастность особи - доля энергии, потребленная ею к данному возрастному состоянию i по отношению ко всей энергии, доступной особи в течении полного онтогенеза.

Индекс восстановления показывает, какую часть генеративной фракции после ее отмирания способен восстановит подрост (молодое поколение).

Индекс замещения - показывает, какую долю взрослой части ценопопуляции может заместить подрост.

Одним из методов статистического анализа популяций являются демографические таблицы, позволяющие количественно оценить влияние условий на популяции, составить прогноз изменения численности особей различных возрастных групп, что важно для сельского и лесного хозяйства, сохранения популяций редких видов.

Подробные демографические сведения о популяции часто представляют в форме таблицы выживания. Для построения такой таблицы проводят наблюдения за группой особей, регистрируя возраст всех погибших особей. В первой графе таблицы указывают возраст x , во второй - число особей, доживших до этого возраста p . На основании этих данных для каждого возрастного интервала вычисляют смертность (то есть отношение числа особей, погибших за время данного возрастного интервала, к числу особей, доживших до данного возраста) и среднюю ожидаемую продолжительность жизни. График зависимости p_x от x называют кривой выживания. Если к таблице выживания добавить данные по средней плодовитости особей каждого возраста (то есть среднему количеству потомков, появившихся в течение данного возрастного интервала в расчете на одну особь) то можно вычислить *чистую* скорость воспроизводства популяции (показатель, показывающий во сколько раз увеличивается численность популяции за одно поколение). Если этот показатель равен 1, то численность популяции не изменяется во времени, если существенно больше 1 - численность увеличивается, меньше 1 - сокращается.

Задачи повышенного уровня представляют собой небольшие научно-экспериментальные задачи.

Базовый уровень

1. Рассчитайте смертность во время спячки в двух популяциях малого суслика. В первой из них плотность популяции перед впадением в спячку составляла 160 зверьков на 1 га, выжило 80, во второй – соответственно 90 и 56. На каком участке смертность оказалась выше и чем можно это объяснить, если принять во внимание, что запас кормов, приходящихся на гектар, на обоих участках был одинаков.

2. Охотоведы установили, что весной на площади 20 км² таежного леса обитало 8 соболей, из которых 4 самки (взрослые особи не образуют постоянных пар). Ежегодно одна самка в среднем приносит 3 детенышей. Средняя смертность соболей (взрослых и детенышей) на конец года составляет 10%. Определите: численность соболей в конце года; плотность весной и в конце года; показатель смертности за год; показатель рождаемости за год. Постройте график роста осенней численности соболей на территории 20 км² за 4 года (на оси абсцисс откладывайте время в годах, на оси ординат - численность). Отношение родившихся и погибших самцов и самок условно примите как 1:1. Показатель смертности, начиная со второго года, составил 20%. Как вы думаете, будет ли на самом деле через 4 года численность соболей на этой территории такой, которая соответствует расчетной? Какие внутрипопуляционные процессы будут способствовать стабилизации численности соболей?

3. В одном из степных заповедников на площади 250 га насчитывалось 370 особей сурков-байбаков, распределенных по возрасту следующим образом: новорожденных – 118, годовалых – 49, двухлетних – 50, трехлетних и старше – 153. Спустя два года на участке было 488 особей, и среди них новорожденных – 122, годовалых – 83, двухгодовалых – 78, остальные – старше. Начертите возрастную пирамиду популяции. Изменилась ли возрастная структура популяции? Какова смертность молодых особей за этот период?

4. Постройте график изменения заготовок шкурок зайца-беляка на севере европейской части России последовательно за 27 лет (объем заготовок приводится в баллах).

Баллы: 2, 1, 2, 3, 3, 4, 5, 15, 30, 80, 100, 60, 55, 0, 1, 1, 1, 2, 8, 90, 100, 100, 130, 10, 2, 1, 2.

Проанализируйте изменения в количестве заготовок шкурок зайца-беляка.

Сколько лет длится один цикл в динамике численности зайца-беляка?

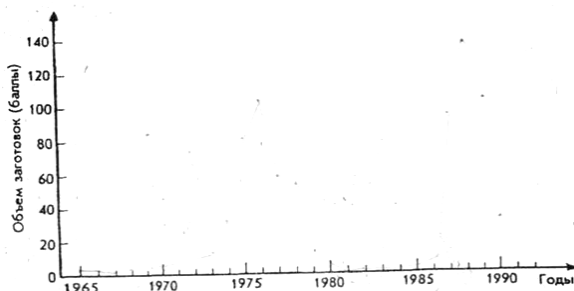
Какой прогноз для заготовок шкурок будет более точным?

а) на 1 год вперед;

б) средний на 5 лет вперед;

в) средний на 10 лет вперед.

Перечислите факторы, которые могут вызывать подобные периодические колебания численности вида (возможно выполнение задания с использованием компьютерных программ позволяющих строить диаграммы).



1. Начертите возрастную пирамиду популяции большой синицы, если весной, до вылупления птенцов, 60% популяции составляют птицы прошлого года рождения, участвующие в размножении первый раз, на двухлетних приходится 20%, трехлетних - 8%, четырехлетних - 5%, пятилетних - 4%; 3% составляет доля особей в возрасте от 6 до 10 лет. Как изменится возрастная пирамида популяции большой синицы после вылета птенцов из гнезда, если численность до гнездования составляла 10 000 особей, а кладка в среднем состоит из 8 яиц при соотношении полов 1:1? Условно считайте, что все особи на этом этапе выжили (возможно выполнение задания с использованием компьютерных программ позволяющих строить диаграммы).



2. Соотношение числа особей в прегенеративном (р, j, im, v) и в генеративном возрасте (g) является показателем восстановления популяции (I):

$$I = \frac{I_{pr}}{I_{gen}} * 100,$$

где I – индекс восстановления, %; I_{pr} – сумма растений в прегенеративном периоде, шт./га; I_{gen} – сумма растений в генеративном периоде, шт./га.

В таблице «Численность особей различных возрастных групп популяций древесных видов заповедного участка «Лес-на-Ворскле», шт./га (по Рыжкову, 2001)» приведены данные о возрастном составе популяций древесных видов в заповедном участке «Лес-на-Ворскле».

Таблица 4

Численность особей различных возрастных групп популяций древесных видов заповедного участка «Лес-на-Ворскле», шт./га (по Рыжкову, 2001)

Вид	Возрастные группы									
	p	j	im ₁	im ₂	v ₁	v ₂	g ₁	g ₂	g ₃	s
Дуб черешчатый	303	7	—	—	—	—	1	36	17	1
Ясень зеленый	23700	8	—	11	—	1	—	49	9	—
Липа мелколистная	—	34	94	121	17	17	72	28	12	—
Клен остролистный	1634	136	112	135	158	309	155	80	7	—
Вяз гладкий	—	492	425	568	16	20	10	11	1	—
Клен полевой	—	101	77	44	13	5	3	2	—	—

Проанализируйте возрастную структуру популяций.

Какие из них, можно назвать инвазионными (растущими), какие – регрессивными (вымирающими), какие – нормальными (относительно равномерно представлены все возрастные группы)?

Рассчитайте индексы восстановления для популяций этих видов и сравните их между собой. В выводе проранжируйте по возрастанию индексы восстановления. Укажите виды с максимальным и минимальным показателями восстановления. Сделайте выводы об устойчивости существования популяций древесных видов на данном заповедном участке.

3. Постройте график зависимости численности популяции растений от времени, определите тип кривой роста.

Таблица 6

Зависимость численности популяции растений от времени

Годы (t)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Численность растений (N _x)	10	12	15	19	23	27	30	33	35	37	39	40	41	42	42

Повышенный уровень

1(б). К началу осени популяция зайцев-беляков насчитывала 3000 особей. В ходе зимовки погибло 40% особей (из их числа $\frac{3}{4}$ - от охотничьего промысла и $\frac{1}{4}$ - от пресса хищников, инфекций и погодных условий). К началу весеннего гона 47% от общего количества выживших зайцев составляли способные к размножению самцы, 45% - самки, 8% были неспособны к размножению (старые и больные особи). Половозрелая самка беляка за весну-лето приносит два помета, в каждом из которых может быть от 2 до 8 зайчат (в среднем для данной популяции - 4 детёныша), однако второй помёт имеют не все половозрелые самки, а лишь 90% из них. Смертность молодняка от хищников, инфекций и непогоды в первом помёте составляет 45%, а во втором - 50%. К осени 2,5% от количества всех родившихся в этом году зайчат эмигрировали, а 257 молодых особи вселились в данную популяцию из соседней. Кроме того, к сентябрю погибли от разных причин 87,5% не размножавшихся особей (старые и больные), 146 размножавшихся самцов и 128 самок. Ответьте на вопросы: Во сколько раз изменилась численность данной популяции к осени нового года? 15 сентября -открытие осенне-зимней охоты на зайца. Какое количество лицензий на отстрел может быть выдано охотникам с тем, чтобы численность зайцев при равных прочих условиях подошла к весеннему размножению на том же уровне, что и в прошлом году?

2(б). По данным таблицы 8 «Численность охотничьих животных» постройте графики колебания численности охотничьих животных по годам: а) для трех животных; б) для хищников и их потенциальных жертв (по одному примеру). Проведите анализ полученных кривых динамики численности видов животных. Определите долю численности каждого вида рассмотренных охотничьих животных в их общей численности.

Таблица 8

Численность охотничьих животных

Виды животных	Численность особей, голов,				
	2004	2005	2006	2007	2008
Лось	8481	11881	13200	11961	12705
Дикий северный олень	1303	2032	2000	3326	4463
Рябчик	748639	1046906	1255800	429657	569350

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

3(б). В таблице 9 «Прогноз изменения породного состава лесного сообщества» приводятся данные по прогнозу изменения породного состава лесного сообщества, изначально на 100% образованного березой желтой (по Ногн, 1981). Объясните причины происходящих изменений. Какие экологические закономерности проиллюстрированы этими данными? Какой из видов деревьев является типичным *r*-стратегом, а какой - *K*-стратегом?

Таблица 9

Прогноз изменения породного состава лесного сообщества						
Породы деревьев	Возраст леса, лет					
	0	50	100	150	200	250
Береза желтая	100	5	1	0	0	0
Нисса лесная	0	36	29	23	18	5
Клен красный	0	50	39	30	24	9
Бук	0	9	31	47	58	86

Вопросы и задания для контроля владения компетенциями

- Что означает оптимизация состояния популяции?
- Какие методы определения численности и плотности популяций вы знаете?
- Охарактеризуйте механизмы саморегуляции популяции.
- Какие преимущества дает популяции разновозрастность входящих в ее состав особей?
- Какое значение для популяции раннецветущих насекомоопыляемых растений (медуница, примула обыкновенная и др.) могут иметь растянутые во времени сроки зацветания?
- Приведите примеры популяций с разными кривыми выживания.

1. Составьте таблицу «Выживания серой куропатки (*Perdix perdix*)», если известно, что было отложено 1000 яиц, вылупилось птенцов – 150, птенцов второго года жизни было – 112, третьего года жизни – 81, четвертого – 57, пятого – 39, шестого – 26, седьмого – 17, восьмого – 11, девятого – 7, десятого – 5, одиннадцатого – 3, двенадцатого – 2, тринадцатого – 1. Рассчитайте среднюю продолжительность жизни особей серой куропатки каждой возрастной группы.

Пусть x - возрастной интервал, а n_x - число особей, доживших до возраста x . Основные показатели, которые заносят в таблицу выживания, вычисляют по следующим формулам.

1. Доля особей, доживших до начала возрастного интервала x :

$l_x = n / n_0$, где n_0 - число особей начального возраста.

2. Число особей, погибших от начала интервала x до начала интервала $x+1$: $d_x = n_x - n_{x+1}$;

4. Смертность в интервале x : $q_x = d_x / n_x$.

5. Среднее число особей, которые были живыми в интервале от x до $x+1$:

$$L_x = \frac{n_x + n_{x+1}}{2}$$

6. Средняя ожидаемая продолжительность жизни особей в возрасте x , e_x :

$$e_x = \frac{T_x}{n_x}, \text{ где } T_x = \sum_{x=0}^{\infty} L_x$$

7. Чистая скорость воспроизводства $R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x$, где m_x среднее число потомков у одной особи за интервал x .

8. $x : l_x = n_x / n_0$, график этой функции есть кривая выживания.

Таблица 5

Выживания серой куропатки (*Perdix perdix*)

Воз- раст , x	Число выживши- х, n _x	Доля выжив- ших l _x	Число погиб- ших, d _x	Смертно- сть, q _x	Число живы- х L _x	T _x	Ожидаема- я продолжи- тельность жизни, e _x	Доля самок в популяци- и
0	1000							0.50
1	150							0.47
2	112							0.46
3	81							0.41
4	57							0.32
5	39							0.26
6	26							0.23
7	17							0.29
8	11							0.27
9	7							0.28
10	5							0.20
11	3							0
12	2							0
13	1							0

2. Заполните таблицу 7 «Признаки жизненных стратегий».

Таблица 7

Признаки жизненных стратегий

Признак	г-отбор	К-отбор
Смертность		
Конкуренция		
Продолжительность жизни		
Скорость развития		
Сроки размножения		
Репродуктивное усилие		
Тип кривой выживания		
Размер тела		
Характер потомства		
Размер популяций		
Предпочитаемая среда		
Стадии сукцессии		

З а д а н и е 1. Изучение видового разнообразия экологической ниши

Ход работы

1. Изучите спектр экологических ниш, приуроченных к зеленому растению, принимающему участие в сложении биоценоза:
 - а) выявите критерий в основе принадлежности организмов к определенной экологической нише. б) выполните рисунок «Схема размещения экологических ниш, приуроченных к растению»;
 - в) заполните таблицу 18 «Видовая структура экологической ниши».

Таблица 18

Видовая структура экологической ниши

Экологическая ниша	Представители (группы организмов, разнородные по видовому составу)
Листоеды	
Короеды	
Стволоеды	
Плодоеды	
Сокоососы	

1. Сделайте вывод по работе.

Контрольные вопросы

1. Что обозначает термин «экологическая ниша»?
2. Исходя из какого признака определяют принадлежность организмов к той или иной экологической нише?
 3. Какие ниши приурочены к растению, принимающему участие в сложении биоценоза
 4. Чем можно объяснить размещение на одном растении нескольких экологических ниш?
 5. Представителями какой экологической ниши являются личинки горбатов, личинки листоблошек, щитовки, тли и клопы?
 6. Какие виды животных входят в экологическую нишу стволоеды?
 7. Какие виды животных входят в экологическую нишу корнееды?
 8. Какими видами животных представлена экологическая ниша плодоеды?
 9. Какие виды животных входят в экологическую группу листоеды?
 10. Чем можно объяснить принадлежность к одной экологической нише нескольких разных групп организмов?

З а д а н и е 2. Изучение структуры экологической ниши

Цель работы: изучить принцип разнокачественного участия в потреблении пищевого ресурса как выхода из конкуренции для совместно обитающих видов.

Оборудование: раздаточный демонстрационный материал - таблицы «Экологическая ниша «стволоеды»», «Экологические ниши травоядных в степных биогеоценозах Евразии (копытные, сурки, суслики)», «Экологические ниши травоядных в биогеоценозах африканских саванн».

Ход работы

1. Изучите особенности и механизм разграничения экологических ниш между группами животных, образующих единое сообщество (зооценоз):
 - а) изучите сложную структуру экологической ниши на примере ниши «стволоеды», выявив мелкие специфические ниши в составе экологической ниши «стволоеды».
 - б) выявите принцип распределения организмов по мелким специфическим нишам, составляющим экологическую нишу «стволоеды».
 - в) заполните таблицу 19 «Структура экологической ниши «стволоеды».

Таблица 19

Структура экологической ниши «стволоеды»

Название специфической ниши	Деятельность в биогеоценозе	Представители
Первичные «вредители»		
Вторичные «вредители»		
Третичные «вредители»		

2. Сделайте вывод по работе.

Контрольные вопросы

1. Какие специфические ниши выделяют в структуре экологической ниши

2. Каковы отличительные особенности деятельности представителей первичных «вредителей»?
3. Каковы отличительные особенности деятельности представителей вторичных «вредителей»?
4. Какие виды животных являются представителями третичных «вредителей»?
5. В чем заключается суть разнокачественного участия в поедании древесной биомассы?
6. Какое значение для сообщества имеет специализация видов в отношении пищевых ресурсов?
1. Какие виды входят в группу «первичные вредители»?
2. Представители какой специфической ниши характеризуются активной способностью внедряться в растение и питаться тканями практически здорового растения?
3. Представители какой специфической ниши поселяются на срубленных деревьях, валежнике, старых пнях?
4. Правомерно ли относить представителей специфических ниш в структуре экологической ниши «стволоеды» к вредителям?

8. Экосистемы

Цель – Получить представление о составе и структуре естественных природных сообществ. Сформировать знания о классификации экосистем, сформировать представление о биомах.

Аппаратура, оборудование и материалы: Схема ярусного расположения растений в смешанном и еловом лесах; таблица «Биоценоз дубравы», гербарий «Биоценоз смешанного леса»; гербарные образцы раннецветущих растений, светолюбивых и теневыносливых, опыляемых ветром и насекомыми, выходящих форм. Демонстрация гербария «Растения различных природных зон».

Понятия и термины: биогеоценоз, экосистема, автотрофная экосистема, гетеротрофная экосистема биом, биомасса, продуктивность, первичная продукция, вторичная продукция, валовая продукция, экотоп, биотоп, «окна возобновления», экотоп, биоценоз, вид доминантный, консорция, правило викариата, эдификатор, экотон, экотип, ярусность надземная, ярусность подземная.

Вопросы, выносимые на обсуждение

1. Что такое биоценоз? Кто ввел в экологию это понятие? Какие две группы причин способствуют объединению представителей разных видов в биоценоз?
2. Какие выделяют типы видового разнообразия?
3. В чем разница между видовым богатством и видовым разнообразием биоценоза?
4. Что такое структура биоценоза? Как ее различают и описывают?
5. Какие причины обуславливают видовой состав биоценоза?
6. Что прогнозирует правило А. Тинемана? Приведите примеры.

Вариант I.

Организационная форма занятия: лабораторная работа «Ярусная структура биоценоза».

Задание 1. Из предложенных дидактических материалов составьте ярусы дубравы. Зарисуйте схему расположения предложенных растений по ярусам. Объясните место каждого организма в сообществе. Укажите виды доминанты и эдификаторы. Заполните таблицу «Биоценоз дубравы».

Таблица 10

Биоценоз широколиственного леса

№ яруса	Число видов	Формирующие его растения
I		

II		
III		
IV		
V		
VI		
Межъярусный компонент:		

Опыление цветковых растений различных ярусов леса происходит разными способами. Укажите в таблице, какими именно.

Ярус	Опылитель
I	а)
II	б)
III	в)
IV	г)
V	д)

Задание 2. Опишите сообщества проточных вод и побережья изображенные на рисунке 4. по плану:

1. Решающие абиотические условия для водных сообществ.
2. Характерная для водного потока поясность (зональность) в его течении.
3. Адаптации к жизни в различных зонах.
4. Растительные сообщества реки и её побережья.

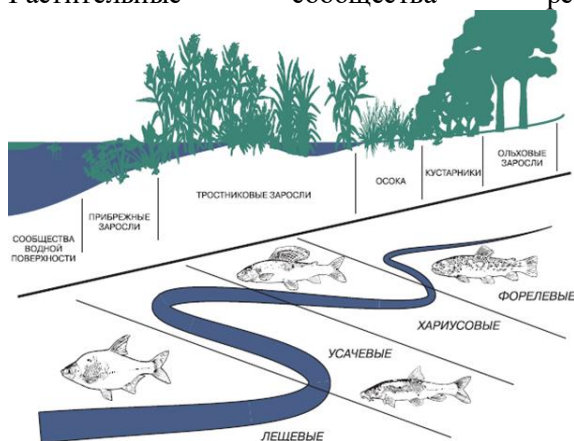


Рис.4. Сообщества проточных вод и побережья

Вариант II

Организационная форма занятия: *Решение задач различного уровня сложности.*

Методические рекомендации: Термин «биологическое разнообразие» используется в экологии в двух значениях: конкретном (как список, или перечень видов в сообществе) и абстрактном (как мера сложности сообщества, не зависящая от конкретного таксономического состава). Во втором случае разнообразие можно представить в виде определенного числа, или *индекса разнообразия*. Для этого нужно сначала определить общее количество видов в сообществе и относительное обилие (то есть от общей численности) для каждого вида.

В настоящее время предложено более сорока индексов, которые предназначены для оценки биоразнообразия. Индексы применяемые при анализе разнообразия сообществ, должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Разнообразие сообщества тем выше, чем больше в нем количество видов;
2. Разнообразие сообщества выше, чем выше его выравненность.

Например, если сообщество А состоит из 5 видов, каждый из которых составляет 20% от общей численности, и сообщество В состоит также из 5 видов, но на долю одного вида

приходится 99% , а остальных четырех -1%, то индекс разнообразия сообщества A должен быть выше.

Большинство различий между индексами, измеряющими биоразнообразие, заключается в том, какое значение они придают выравненности и видовому богатству.

Индекс Симпсона описывает вероятность принадлежности любых двух особей, случайно отобранных из неопределенно большого сообщества, к разным видам формулой: $D = \sum \left(\frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)} \right)$,

где n_i – число особей i -го вида, а N – общее число особей. По мере увеличения D разнообразие уменьшается. Поэтому индекс Симпсона часто используют в форме $(1-D)$. Эта величина носит название «вероятность межвидовых встреч» и варьирует от 0 до 1. Он очень чувствителен к присутствию в выборке наиболее обильных видов, но слабо зависит от видового богатства. Высокая или низкая величина индекса определяется типом распределения видовых обилий для случаев, когда число видов превышает 10.

Многие авторы считают, что наилучшая мера – это «индекс полидоминантности»: $S_\lambda = 1/D$, $S_\lambda = \frac{N(N-1)}{\sum n_i(n_i-1)}$, где $i = 1, 2, 3, \dots, S$; $S_\lambda \in [1; \infty]$.

Индекс Шеннона:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i ,$$

где S – общее количество видов в сообществе, p_i – доля i -го вида в сообществе, то есть $p_i = n_i/N$, где n_i – численность (или биомасса) i – вида, N – общая численность (или биомасса) всех видов. Заметьте, что если $S=1$, то $H'=0$. Максимально возможное значение H' в сообществе из S видов: $H'_{\max} = \log_2 S$, то есть когда все виды имеют равную численность и $p_i = 1/S$. реальные значения H' обычно укладываются в интервал от 1.5 до 3.5.

отдельно можно оценить выравненность обилий видов, или *индекс Пилу*:

$$E = H' / \log_2 S$$

Этот показатель изменяется от 0, при $S=1$, то есть когда сообщество состоит из одного вида, до 1 при равном обилии всех видов.

При расчете индекса Шеннона используется двойничный логарифм, заимствованный из теории информации. Если возникнут трудности с его вычислением, то вспомните, что $\log_a b = \log a / \log b$. В прочем, если нужно сравнить индексы разнообразия для двух сообществ, то можно использовать логарифм по любому основанию (например, натуральный) главное чтобы сравниваемые индексы были вычислены с использованием одинаковых логарифмов.

Различные сообщества могут существенно различаться по видовому составу (вплоть до полного отсутствия общих видов), а могут быть достаточно сходными, состоящими из почти одинаковых наборов видов. Для объективной количественной оценки степени сходства между двумя сообществами в экологии используются различные индексы, основанные на отношении количества видов, входящих в состав обоих сообществ, к общему числу видов в обоих сообществах. К наиболее популярным показателям сходства относятся *индекс Жаккара*:

$$S_j = C_{12} * 100\% / (C_1 + C_2) - C_{12}$$

Индекс выражается в процентах сходства.

И *индекс Чекановского-Серенсена*:

$$S_s = \frac{2C_{12}}{(C_1 + C_2)},$$

где C_{12} – число общих видов в обоих сообществах, C_1 – число видов в первом сообществе, C_2 – число видов во втором сообществе. В этих не принимается во внимание обилие вида, то есть учитываются все виды, присутствующие в сообществе, независимо от того обильны они или редки.

Для количественного сравнения сообществ с учетом обилия видов чаще других используется модифицированный *индекс Серенсена*:

$$S_s = \frac{2 \sum \min(C_{1i}, C_{2i})}{\sum C_{1i} + \sum C_{2i}},$$

где C_{1i} C_{2i} – обилие i –го вида в первом и втором сообществе соответственно, $\min(C_{1i}, C_{2i})$ – минимальное обилие i -го вида в двух сравниваемых сообществах. Этот коэффициент изменяется от 0 (в сравниваемых сообществах вообще отсутствуют общие виды) до 1 (относительные обилия всех видов в сравниваемых сообществах равны).

Базовый уровень

1. Рассчитайте индекс сходства двух фитоценозов, используя формулу Жаккара:

$$S_j = C_{12} * 100\% / (C_1 + C_2) - C_{12}$$

где C_{12} – число общих видов в обоих сообществах, C_1 – число видов в первом сообществе, C_2 – число видов во втором сообществе. Индекс выражается в процентах сходства.

Первый фитоценоз – это сосняк-черничник: сосна обыкновенная, черника, брусника, блестящий зеленый мох, майник двулистный, седмичник европейский, ландыш майский, гудиера ползучая, грушанка круглолистная.

Второй фитоценоз – это сосняк-брусничник-зельномошник: сосна обыкновенная, брусника, блестящий зеленый мох, ландыш майский, грушанка средняя, зимолобка, вереск обыкновенный, кукушник, плаун булавовидный.

1. Впишите в ячейки предлагаемые биоценозы разного масштаба, соблюдая их иерархическую соподчиненность.

Биоценозы: живое сообщество биосферы Земли, ельник-кисличник, еловый пень, моховая кочка на пне, лес, хвойный лес (тайга).

2. Назовите и запишите виды-средообразователи следующих биоценозов:

ельника-кисличника _____
 ковыльной степи _____
 кораллового рифа _____
 сфагнового болота _____
 птичьего базара _____
 широколиственного леса _____
 муравейника _____ -

Повышенный уровень

- 1(в). Используя индекс Симпсона, оцените концентрацию доминирования и общее видовое богатство приведенных в таблице 11 «Описание двух растительных сообществ».

Сравните полученные показатели.

Таблица 11

Описание двух растительных сообществ		
№п/п	Название вида	Число особей
Описание 1		
1	Береза пушистая (<i>Bétula pubéscens</i>)	150
2	Ель сибирская (<i>Píceá obováta</i>)	28
3	Смородина черная (<i>Ribes nígrum</i>)	3
4	Черемуха обыкновенная (<i>Prúnus pádus</i>)	4
5	Рябина обыкновенная (<i>Sórbus aucupária</i>)	10
6	Ива трехтычинковая (<i>Salix triandra</i>)	20
	Итого _____ видов	Число особей N _____
Описание 2		
1	Сосна обыкновенная (<i>Pínus sylvéstris</i>)	5
2	Ель сибирская (<i>Píceá obováta</i>)	10
3	Лиственница сибирская (<i>Lárix sibíríca</i>)	16
4	Рябина обыкновенная (<i>Sórbus aucupária</i>)	5

5	Шиповник майский (<i>Rósa majális</i>)	10
6	Можжевельник обыкновенный (<i>Juniperus communis</i>)	2
7	Василистник малый (<i>Thalictrum minus</i>)	1
	Итого _____ видов	Число особей N _____

Для расчета индекса Симпсона в данном случае можно использовать следующую формулу:

$$D = \frac{[n_1(n_1 - 1) + n_2(n_2 - 1) + \dots]}{[N(N - 1)]}$$

где n_i – число особей каждого вида,

N – общее число особей.

Для оценки видового разнообразия (S_λ) можно воспользоваться отношением:

$$S_\lambda \cong \frac{1}{C}$$

2(в). Исследовали видовой состав трав в суходольных лугах. На пробных площадках 1 м² выстригали все надземные части растений и затем определяли фитомассу каждого вида. Отдельно исследовали луга, на которых ежегодно проводится заготовка сена, и некосимые луга. Усредненные данные по составу наземной фитомассы представлены в таблице «Масса растений на различных участках луга». Сравните косимый и некосимый луга (табл.12) по уровню видового разнообразия фитомассы используя индекс Шеннона. Прокомментируйте результат.

Таблица 12

Масса растений на различных участках луга, г/м²

вид	косимый луг	некосимый луг
Пырей ползучий (<i>Agropyron repens</i>)		35.69
Манжетка обыкновенная (<i>Alchemilla vulgaris</i>)	8.7	10.12
Лисохвост луговой (<i>Alopecurus pratensis</i>)	2.56	22.67
Осока коротковолосистая (<i>Carex hirta</i>)	0.16	7.42
Ежа обыкновенная (<i>Dáctylis glomeráta</i>)	4.91	123.6
Луговик дернистый, или Щучка (<i>Deschampsia cespitosa</i>)	3.25	13.91
Гравилат речной, или Гравилат прирученный (<i>Géum rivále</i>)	0.82	7.99
Чина луговая (<i>Láthyrus praténsis</i>)	1.67	5.41
Нивяник обыкновенный, или Поповник (<i>Leucanthemum vulgare</i>)	3.51	0.83
Тимофеевка луговая (<i>Phleum pratense</i>)	9.43	15.6
Подорожник ланцетолистный, или Подорожник ланцетный (<i>Plantágo lanceoláta</i>)	4.2	
Мятлик луговой (<i>Poa praténsis</i>)	1.06	35.52
Одуванчик лекарственный, или Одуванчик полевой, или Одуванчик аптечный, или Одуванчик обыкновенный (<i>Taráxacum officinále</i>)	34.6	0.14
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i>)	3.56	
Трищетинник желтоватый, или Трищетинник луговой (<i>Trisetum flavescens</i>)	356.7	52.24
Горошек заборный (<i>Vicia sepium</i>)	9.2	1.7

3(в) В березняке разнотравном методом посева на сусло-агар исследовали изменение видового состава эпифитных дрожжевых грибов в ходе разложения листьев растений. При этом в поле отбирали образцы живых листьев, свежего опада и разлагающихся листьев в подстилке и определяли в них относительное обилие видов дрожжей табл.13).

Таблица 13

Относительное обилие видов дрожжей на листьях растений различной степени разложения (% от общей численности).

Вид	Живые листья	Отмирающие листья	Опад	Слабо-разложившиеся листья	Сильно-разложившиеся листья
<i>Bulleromyces albus</i>	0.8				
<i>Candida sake</i>		0.9			
<i>Candida zeylanoides</i>		0.6		0.3	
<i>Cryptococcus albidus</i>	19	16	0.5	7.9	2.5
<i>Cryptococcus hungaricus</i>		0.6	6		
<i>Cryptococcus laurentii</i>	40	43	24	5	2
<i>Cryptococcus magnus</i>			3.5		
<i>Cryptococcus podzolicus</i>			0.3	8	6
<i>Cryptococcus terricolus</i>				12	13
<i>Cystofilobasidium capitatum</i>	0.3		11	5	8
<i>Debaryomyces hansenii</i>	1	5	8		0.6
<i>Hanseniaspora occidentalis</i>	0.8				
<i>Leucosporidium scottii</i>		0.5	6		0.5
<i>Metschnikowia pulcherrima</i>	1.2	0.6			
<i>Pichia angusta</i>			0.6	2.3	
<i>Pichia segobienensis</i>	0.5	3.3	1.5		0.6
<i>Rhodotorula glutinis</i>	6	8	3		0.5
<i>Rhodotorula fujisanaensis</i>	16	14	8		
<i>Rhodotorula graminis</i>	1.2	2.3			
<i>Rhodotorula minuta</i>			2.5		0.7
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	0.8	2	5.6	3.4	2.3
<i>Sporobolomyces roseus</i>	23	17	14	0.5	0.1
<i>Trichosporon pullulans</i>			0.5	15	12
<i>Williopsis saturnus</i>				0.6	

Дрожжи - это одноклеточные грибы, большинство из которых относятся к типичным сахаролитикам, то есть нуждаются для развития в легкодоступных низкомолекулярных источниках углерода. Их учитывают методом посева на плотную агаризованную среду, например сусло-агар, подсчитывая количество выросших колоний. Как правило, различные виды дрожжей дают колонии разной морфологии, поэтому оказывается возможным определить соотношение между видами дрожжей.

Покажите, что в ходе разложения растительных остатков происходит закономерное, направленное изменение видовой структуры дрожжевого сообщества, так что оно становится все более непохожим на исходное эпифитное сообщество на живых листьях.

Взаимодействие биологических видов биоценозе

Цель – изучить основные типы биотических связей, специфику их проявления в отношениях живых организмов; изучить характер занимаемой видом ниши как комплекса его биоценологических связей и требований к абиотическим факторам среды в общей системе биоценоза.

Аппаратура, оборудование и материалы: листа ватмана форматом A1, раскрашенного разводами (имитация среды обитания), пластмассовые ложки, вилки, ножи, стаканчики, секундомер, семена: гороха, кукурузы, фасоли, гречихи, риса, подсолнечника, тыквы и др. раздаточный демонстрационный материал - таблицы «Экологические ниши», «Схема размещения экологических ниш, приуроченных к растению».

Понятия и термины: собирательство, мутуализм, аллелопатия, пасьба, топические связи, нахлебничество, нейтрализм, форические связи, хищничество, комменсализм, симбиоз, паразитизм, аменсализм, конкуренция, экологическая ниша.

Вопросы, выносимые на обсуждение

1. Какие классификации биоценологических отношений разработаны? На каких критериях они основаны?
2. Что такое комменсализм, и какие варианты его различают? Приведите примеры?
3. Какие существуют варианты мутуалистических отношений? По какому критерию их выделяют? Приведите примеры.
4. Что такое нейтрализм, и в чем его экологическое значение?
5. Какие опыты привели к открытию закона конкурентного отношения Г.Ф. Гаузе?
6. Как закон конкурентного отношения Г.Ф. Гаузе можно сформулировать с применением термина «экологическая ниша»?
7. Что В.Н. Беклемешев называл прямыми и косвенными связями?
8. Что такое консорция, и какую роль в ее формировании играют топические связи?

Вариант 1.

Организационная форма занятия: Деловая (имитационная) игра.

Методические рекомендации: лабораторная работа включает в себя предварительный и основной этапы работы. В ходе работы рассматривается проблема – биотические связи в биоценозе. В частности конкуренция за пищу. Цель - игровое моделирование простейших биотических отношений.

Предварительный этап

Заранее приготовить лист ватмана форматом А1, раскрашенного разводами (имитация среды обитания), пластмассовые ложки, вилки, ножи, стаканчики, секундомер. А также не менее 5 видов сухих семян: гороха, кукурузы, фасоли, гречихи, риса, подсолнечника, тыквы и др.

Семена представляют собой популяции жертвы. Семена разных типов соответствуют их генетическим вариантам. Участники игры представляют собой популяции хищников. Их «орудия труда» (ложка, вилка, нож) – это генетические варианты хищников.

Ход игры:

Комплект для игрового моделирования простейших биотических отношений из 3 видов хищников и не менее 5 видов жертв. Состоит из листа ватмана форматом А1, раскрашенного разводами (имитация среды обитания), пластмассовых ложек, вилок, ножей, стаканчиков, секундомера.

Разделитесь на группы по 4 человека. На игровом поле должно находиться по 50 семян каждого вида, их рассыпают по ватману в хаотичном порядке (пространственное размещение популяций). Т.е. игра начинается при одинаковом числе каждого варианта жертвы.

Трое участников игры:

- 1 – с ложкой и стаканом;
- 2 – с вилкой и стаканом;
- 3 – с ножом и стаканом –

представляют собой популяции хищников. Их «орудия труда» – это генетические варианты хищников. Четвертый участник ведет отсчет времени.

По сигналу «хищники» начинают ловить «жертв». Необходимо переложить при помощи «орудий труда» как можно больше семян «жертв». Можно лишь набирать вилкой, ножом или ложкой семена, но нельзя их сталкивать в стакан с ватмана.

Через 40 с. дается команда «стоп». За это время должно быть собрано около половины семян.

Это эксперимент с первым поколением хищников и жертв. Сосчитайте число семян, запишите результаты в таблицу 15 и продолжите эксперимент со 2 поколением.

Таблица 15

Результаты для первого поколения

Хищник	Число семян (популяция животных)			
Хищник А				
Хищник Б				
Хищник В				

Второе поколение. Пересчитав «выживших жертв». Воспроизводятся их популяций с удвоением числа семян каждого вида. Например: 15 оставшихся горошин и две фасолины должны дать 30 горошин и 4 фасолины. Снова рассыпаются семена по ватману, чтобы провести отбор во 2 поколении. Каждый «хищник» пересчитывает свою добычу, то есть число собранных семян. Тот, у которого их менее 20 обречен на голодную смерть и выбывает из игры. Если хищник собрал более 20 семян, добавляется еще один игрок с таким же генотипом (с ножом, вилкой или ложкой). Игра повторяется до 4 поколения и составляются таблицы, аналогичные приведенной выше.

Освоив игру, можно ставить и решать экспериментальные задачи, например поведение модели при отсутствии организмов одного вида.

Анализ игры:

Вопросы:

Базовый уровень

1. Особей какого варианта осталось больше? Почему?
2. Какие варианты сократили численность? Почему?
3. У каких вариантов число особей практически не изменилось? Почему? Объясните полученные результаты.
4. К концу игры особей какого варианта хищников осталось больше? Почему?
5. Какие варианты исчезли из популяции? Почему? Что означает выживание наиболее приспособленных или естественный отбор?
6. Изменились бы результаты при использовании ватмана другого цвета? (Проверьте, если не уверены в ответе). Свяжите свои результаты с природной популяций жертвы (собственный пример).
7. К концу игры особей какого варианта хищников осталось больше? Почему? Какие варианты исчезли из популяции? Почему?

Повышенный уровень

1. Будет ли изменяться природная популяция при появлении новых биотических или абиотических факторов? Поясните ваш ответ.
2. Свяжите Ваши результаты с популяцией хищников в природных условиях.

Задания

Базовый уровень.

1. Заполните таблицу 16:

Таблица 16

Межвидовые взаимоотношения		
Типы межвидовых взаимоотношений	Чем обусловлены	Пример
Трофические		
Топические		
Форические		
Фабрические		

2. При анализе характера взаимоотношений особей или популяций разных видов учёные пользуются условными обозначениями: сочетания математических знаков: «ноль», «минус», «плюс». «0» - показывает на отсутствие взаимоотношений между видами (популяциями), если же они имеют место, то не сказываются на развитии этих видов; «-» - отрицательное влияние отношений на жизнедеятельность особей, при этом развитие вида (популяции) затрудняется или приостанавливается; «+» - благоприятное влияние на жизнедеятельность особей, при этом создаются условия благоприятные для дальнейшего процветания вида (популяции). Самый жесткий тип биотических отношений обозначаем тремя минусами (хищничество), менее жёсткий (паразитизм) - два нуля и т. д. Вплоть до трёх плюсов, характеризующих симбиотические отношения.

РАСПРЕДЕЛИТЕ видовые пары организмов на группы, отражающие положительные (благоприятные), нулевые (нейтральные) или отрицательные (неблагоприятные) отношения между этими организмами. Объясните ваш выбор.

ВАРИАНТ1. Дятел и жук короед, аскарида и человек, ель и берёза, волк и бабочка крапивница, акула и рыба прилипала, медоуказчик (птица) и медоед, микориза.

ВАРИАНТ 2. Росянка и муха, Раффлезия и лиана, кенгуру и кролики, лось и белка, лев и птицы-падальщики, гречиха и пчела, клубеньковые бактерии и клевер.

ВАРИАНТ 3. Лисица и полёвка, корова и слепень, ель и сосна, заяц и крот, воробей в гнезде скопы, рябина и дрозд- рябинник, лишайник.

Результаты оформить в таблицу 17.

Таблица 17

Шкала распределения пар организмов по степени зависимости друг от друга

«+++»	«++»	«+»	«0»	«-»	«--»	«---»
Симбиоз	Кооперация	Комменсализм	Нейтрализм	Конкуренция	Паразитизм	Хищничество

--	--	--	--	--	--	--

Повышенный уровень

1 (г). В расположенной ниже таблице приведены данные о соотношении основных компонентов в рационе питания восьми видов улиток рода *Conus*, обитающих на сублиторальных рифах Гавайских островов (по Kohn, 1959).

Виды улиток рода <i>Conus</i>	Пищевые объекты улиток рода <i>Conus</i>					
	Брюхоногие	Кишечнополостные	Нереиды	Кораллы	Терибеллиды	Другие полихеты
<i>C. flavidus</i>		4			64	32
<i>C. lividus</i>		61		12	14	13
<i>C. pennaceus</i>	100					
<i>C. abbreviatus</i>			15	100		
<i>C. ebraeus</i>			46	82		3
<i>C. sponsalis</i>			23	50		4
<i>C. rattus</i>				77		
<i>C. imperialis</i>				27		73

Ответьте на вопросы:

1. Какой тип биоценологических взаимоотношений доминирует между видами рода *Conus*?
2. Какие пищевые объекты являются предпочитаемыми наибольшим количеством видов конусов?
3. Какие виды в питании являются узкими специалистами, а какие – широкими универсалами?
4. Кто из конусов, питающихся кораллами, скорее всего, является наиболее сильным конкурентом?
5. Какой из видов этого сообщества ушел от конкурентной борьбы и каким образом?

Вопросы, выносимые на обсуждение

1. Что такое экосистема? Какие функциональные компоненты в нее входят? Назовите из состав.
2. От каких факторов зависит состав экосистем?
3. Чем отличается «экосистема» от «биогеоценоза»?
4. Чем отличаются понятия «экотоп» и «биотоп»?
5. Какие критерии используют при выделении типов экосистем? Чем отличаются автотрофные и гетеротрофные экосистемы?
6. Перечислите основные биомы суши?
7. Какие биомы выделяют в океанах?
8. По какому принципу разделяются биомы континентальных водоемов?

Организационная форма занятия: «Решение проблемных задач различного уровня сложности».

1. Коллективное заполнение таблицы 20 «Классификация экосистем» по образцу.

Таблица 20

Классификация экосистем				
Тип экосистем	Автотрофные		Гетеротрофные	
	фототрофные	хемотрофные		
Естественные				
Антропогенные				

2. Рассмотрите карты биомов. Объясните различия в распределении биомов суши для северного и южного полушарий Земли, а также причины, обуславливающие формирование некоторых биомов (например, биом пустынь в Азии, Северной Америке, Южной Африке). 1. Какой из биомов моря имеет самую низкую продуктивность на единицу площади? Какие факторы обуславливают такую низкую продуктивность? 2. Почему продуктивность эстуариев и зон апвеллинга гораздо выше продуктивности расположенных рядом участков открытого океана и континентально шельфа?

	Площадь, в %	Продукция, г/м ² в год	Всего, млрд.т/год
Открытый океан	92	125	1,0
Континентальный шельф	7,3	360	0,27
Заросли водорослей, Коралловые рифы	0,2	2500	1,2
Эстуарии, зоны апвеллинга	0,5	1200	1,41

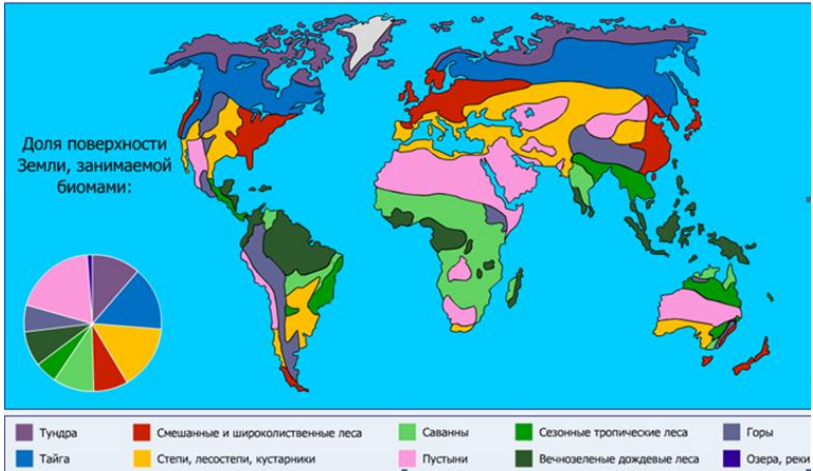


Рис. 6. Размещение биомов суши

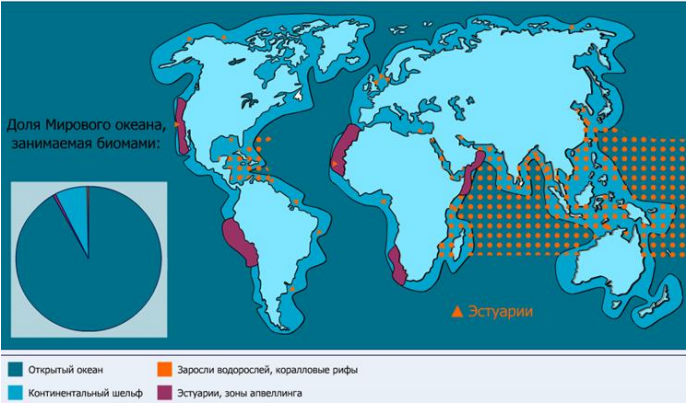


Рис.7. Размещение биомов мирового океана

1(д). На графике (рис.8) представлена корреляция между климатом и основными растительными формациями. Границы между растительными формациями приблизительны, поскольку на них влияют тип почвы, сезонность в распределении осадков, а также такие разрушительные факторы, как пожары. Переведите график в таблицу 21, где укажите зависимость среднегодовой температуры и среднегодового количества осадков:

Таблица 21

Зависимость среднегодовой температуры и среднегодового количества осадков

Среднегодовое количество осадков, мм	Среднегодовая, t°C	Биом

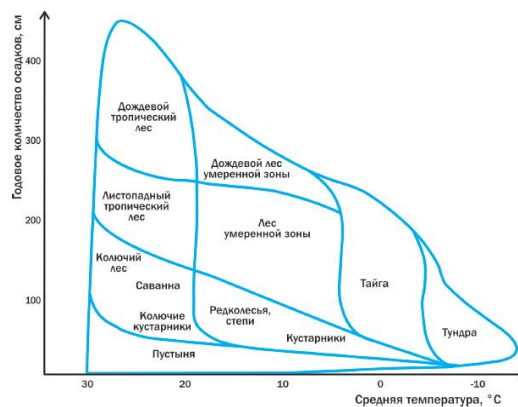


Рис.8.Распределение некоторых биомов в зависимости от температуры и осадков

- Различия между какими биомами обусловлено не столько значениями рассматриваемых факторов, сколько их сезонным распределением? Приведите примеры.
- Постарайтесь установить зависимость между характеристиками биомов (продуктивностью и биомассой) и абиотическими факторами. Представьте эту зависимость графически.
- Почему общая схема распределения биомов является условной? Какие важные характеристики она, на ваш взгляд, не учитывает?

2(д). Заполните пустые блоки схемы (рис.9) «Значение леса»

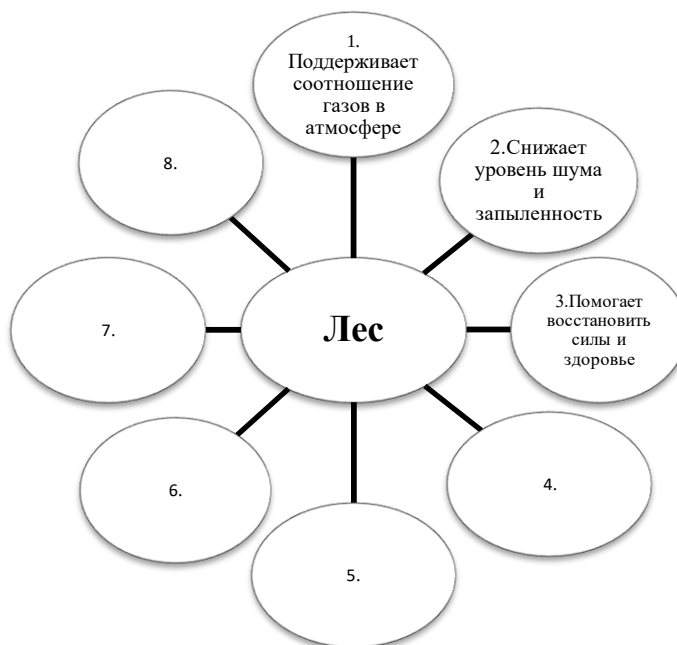


Рис. 9. Значение леса

Энергетика экосистемы

Цель – сформировать представление о передаче энергии в экосистеме, об экологических пирамидах.

Аппаратура, оборудование и материалы: калькулятор, линейка, цветные карандаши.

Понятия и термины: продуценты, консументы, редуценты, правило 10%, пищевая цепь, пищевая сеть, детритная цепь питания, пастбищная цепь питания, полнота выедания, эффективность усвоения энергии, биологическая аккумуляция веществ, экологическая пирамида.

Вопросы, выносимые на обсуждение

1. Какие виды пищевых цепей вам известны?
2. Какие экологические пирамиды различают. И что они отражают?
3. Чем отличается валовая продукция от чистой? Первичная от вторичной?
4. Каковы закономерности перехода энергии по пищевым цепям с повышением трофического уровня?

Вариант I.

Организационная форма занятия: «Решение проблемных задач различного уровня сложности»

Методические рекомендации: При решении задач по экологии экосистем необходимо знать законы энергетики экосистем *Закон пирамиды энергий (Р. Линдемана)*, или «Правило десяти процентов». При переходе с низшего трофического уровня экологической пирамиды на более высокий уровень передается в среднем лишь около 10% химически-связанной энергии, а остальные 90% энергии используются для осуществления текущей жизнедеятельности живых организмов данного уровня.

1. При выкармливании птенцов пара грачей может в сутки приносить своим птенцам до 1000 особей насекомых разных видов. Продолжительность выкармливания птенцов составляет до 30 суток. Определите, на сколько процентов может быть снижена численность вредных саранчовых в радиусе 2 км от гнездовой колонии грачей, которая насчитывает 200 гнезд, если начальная плотность популяции саранчи составляет одну особь на 1 м². В данном случае условно предполагается, что грачи питаются исключительно этими насекомыми.

2. Зная энергетические потребности человека, один из основоположников экологии Ю.Одум (1959), составивший предельно упрощенную пищевую цепь «люцерна - теленок - мальчик», подсчитал, что для того чтобы прокормить в течение одного года мальчика весом в 45 кг, достаточно четырех с половиной телят общим весом в 1035 кг, а для того, чтобы прокормить их в течение года необходимо 20 млн растений люцерны с биомассой 8,2 т. Энергия, заключенная в такой массе люцерны, составляет 14,9 млн калорий, в телятах содержится 1,19 млн калорий, а в тканях мальчика из этого количества остается 8300 калорий. Если строить масштабированные пирамиды биомассы и энергии для данной трофической цепи, приняв условие, что масса мальчика и энергия, заключенная в его тканях, отображаются столбиком шириной 1 мм, то какова будет ширина столбика, отражающая биомассу люцерны и энергию, заключенную в ее тканях? Рассчитайте коэффициент полезного действия при передаче энергии в каждом звене пищевой цепи. Какое количество солнечной энергии (в калориях) необходимо для обеспечения жизни мальчика, если учесть, что КПД продукции люцерны составляет 0,24%?

3. Рассчитайте эффективность (КПД) передачи энергии в основных звеньях пищевой цепи в океане, исходя из следующих цифр. На 1 м² поверхности океана приходится в среднем около 3 млн калорий солнечной энергии в сутки. Продукция диатомовых водорослей за этот же период в проекции на эту площадь составляет 9000 калорий, зоопланктона - 4000, рыб - 5 калорий в сутки.

4. Зная «правило десяти процентов», рассчитайте, сколько понадобится фитопланктона, чтобы выросла одна щука весом 10 кг (пищевая цепь: фитопланктон - зоопланктон - мелкие рыбы - окунь - щука). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня.

5. Используя «правило десяти процентов», подсчитайте, сколько понадобится фитопланктона, чтобы вырос один питающийся мелкими ракообразными синий кит весом 150000 кг. Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только упоминаемые в условиях задачи представители предыдущего уровня.

6. Вес самки летучей мыши, питающейся насекомыми, не превышает 5 г. Вес каждого из двух ее новорожденных детенышей - 1 г. За месяц выкармливания детенышей молоком вес каждого из

них достигает 4,5 г. На основании правила экологической пирамиды определите, какую массу насекомых должна потребить самка за это время, чтобы выкормить свое потомство. Чему равна масса растений, сохраняющихся за счет истребления самкой летучей мыши растительноядных насекомых?

7.Серая жаба съедает в день до 5 г слизней, вредителей сельскохозяйственных культур. На площади 1 га обитает 10 жаб. Рассчитайте массу вредителей, которых уничтожат жабы на поле площадью 10 га за теплое время года (с мая по конец сентября - всего 150 дней).

8.В таблице 22 приведены данные о продуктивности леса и поля пшеницы.

Таблица 22

Сравнительная продуктивность биогеоценоза и агрофитоценоза

Экосистема	Продуктивность
1 га леса	2 ц грибов, 5 ц орехов, 6 ц черники и брусники, 6 ц малины, 25 т березового сока, древесина
1 га поля	15 – 30 ц зерна

Сравните данные и сделайте вывод о продуктивности этих экосистем.

9.Распределите представленные ниже организмы в таблицу 23 в соответствии с занимаемым ими трофическим уровнем: *корова, рачки-циклопы, рожь, ель, волк, чайка, дождевой червь, водоросли, лось, береза, заяц, картофель, личинки жуков и мух, хорь, мотыль, сосна, дафния, ряска, тля, рдест, жук-мертвоед, мышь, перловица, лисица, полевка, толстолобик, окунь, сом, божья коровка, дятел, язь, белка, ондатра, человек, пшеница, муравьи, щука, осот, кувшинка, непарный шелкопряд, кивсяк, овца, долгоносик, тля, скворец.*

Таблица 23

Трофические уровни в различных экосистемах

Трофический уровень	Лес	Водоем	Сельскохозяйственные угодья
Продуценты			
Консументы-фитофаги			
Консументы-зоофаги			
Консументы-детритофаги			

10.Составьте шесть пищевых цепей из предложенных организмов (растение, Фитопланктон, корова, щука, дождевой червь, термиты, скворец, пшеница, плотва, заяц, человек, окунь, муравьи, растительноядный зоопланктон, лисица, сокол, плотоядный зоопланктон беркут). Результаты запишите в таблицу 24 «Примеры пищевых цепей».

Таблица 24

Примеры пищевых цепей

Тип пищевой цепи	Трофический уровень					
	I	II	III	IV	V	IV
Пастбищная: в естественной экосистеме						
Пастбищная: в сельскохозяйственной экосистеме						
Детритная						

Вопросы: 1. Кто замыкает цепь в наземной экосистеме?

1. Какова длина пищевых сетей в наземных и водных экосистемах?

2. В чем особенность пищевых цепей в сельскохозяйственных экосистемах?

1(г). ДДТ (дихлор-дифенил-трихлорэтан) - пестицид, широко применявшийся в середине XX века для борьбы с насекомыми-вредителями. Обладая высокой устойчивостью к разрушению в среде, он подвергался интенсивному смыву с поверхности почвы, попадал в пресные водоемы и моря, где накапливался в больших количествах, входя в существующие трофические цепи. ДДТ интенсивно накапливается в жировой ткани, где его концентрация может в десятки раз превышать концентрацию в мышцах. Он отрицательно влияет на обмен кальция в организме, повышая хрупкость структур, содержащих этот элемент.

В одном из исследований (Грин, Стаут, Тейлор, 1990) обнаружилось, что концентрация ДДТ в воде достигала 0,02 весовых единиц на 1 млн весовых единиц субстрата, в водных растениях - 0,04, в мелких растительноядных атериновых рыбах - 10, в хищной рыбе саргане - 50, а в рыбоядной птице скопе (верховный хищник) - 75 весовых единиц.

Постройте пирамиду, отражающую изменение концентрации пестицида в трофической цепи и ответьте на вопросы:

1. Во сколько раз возрастает концентрация ДДТ при переходе с одного трофического на другой? Почему этот показатель изменяется неравномерно?

2. На каком трофическом уровне ДДТ, скорее всего, оказывает наибольшее влияние и почему?

3. Было замечено, что позвоночные животные чаще погибали от отравления ДДТ в период дефицита пищи. Почему?

4. Какое влияние ДДТ оказывал на такой демографический показатель, как рождаемость в популяциях рыбоядных и хищных птиц?

5. Почему человечество отказалось от применения этого пестицида?

2(г). Для характеристики передачи энергии в экосистемах от одного трофического уровня к другому используют показатели эффективности ассимиляции (ЭА). ЭА – показывает какая часть энергии пищи, попавшей в пищеварительный тракт консумента, используется им в ходе роста или совершения работы. ЭП – показывает, какая часть ассимилированной энергии идет на построении тела консументов, т.е. включается в новую биомассу. У разных групп животных показатели ЭА и ЭП существенно меняются при анализе передачи энергии в цепях питания разных типов экосистем. В качестве примера приведем значения показателей по ЭА и ЭП для степных экосистем по Хику и Мак-Лину, 1975.

Значения показателей по эффективности ассимиляции и эффективности продуцирования для степных экосистем по Хику и Мак-Лину, 1975.

Группы животных	ЭА (%)	ЭП (%)
Беспозвоночные		
Фитофаги	40	40
Хищники	80	30
Потребители микроорганизмов	30	40
Детритофаги	20	40
Редуценты (микроорганизмы)	100	100
Позвоночные		
Эктотермы фитофаги	50	10
Эктотермы хищники	80	10
Эндотермы фитофаги	50	2
Эндотермы хищники	80	2

Для расчета эффективности ассимиляции (ЭА) и эффективности продуцирования (ЭП) используйте следующие формулы:

$$\text{ЭА} = \frac{A}{I} * 100\% ; \quad \text{ЭП} = \frac{P}{A} * 100\% ; \quad \text{где } I - \text{вся энергия, поступившая с пищей, } A - \text{ассимилированная энергия; } P - \text{энергия, включенная в новую биомассу.}$$

Рассчитайте, сколько энергии будет ассимилировано редуцентами, если фитофаги получают с пищей 1000 кДж, а экосистема включает продуцентов, фитофагов позвоночных, эктотермов хищников и редуцентов.

3(г). Проведите сравнительный анализ лесной и пресноводной экосистем. Результаты занесите в таблицу 25 «Сравнение лесной и пресноводной экосистем».

Таблица 25

Сравнение лесной и пресноводной экосистем

Признак	Лесная экосистема	Пресноводная экосистема
Среды жизни		
Лимитирующие факторы		
Соотношение биологической продукции и запаса биомассы		
Длина пищевой цепи		
Основные продуценты		
Основные консументы • Фитофаги • Зоофаги • Детритофаги		
Основные редуценты		
Участие бактерий в цепях питания		
Пирамида биомассы		
Полнота выедания (в пищевых цепях): • Растений • Животных		
Период круговорота углерода		

ВАРИАНТ II

Организационная форма занятия: *Имитационная игра «Остров».*

Опираясь на знания, полученные при изучении учебной литературы и лекционного материала по теме «Энергетика экосистемы», сформировать представление о трофический уровнях наземной экосистемы и воздействии на ее развитие факторов среды.

Материалы: калькулятор, листы для записи, карандаши, разрезные карты с изображением представителей экосистемы – лисы, кроликов, ласк, мышей травы, беркута, карта «F» (комплект состоит из 36 карт разного достоинства. Одна единица соответствует одному организму), схема А «Минимальное количество корма, необходимое для существования различного числа особей 2, 3 и 4 уровней», схема В.

Ситуация: студенты делятся на группы по 3 – 4 человека. Карты раздаются поровну.

Задача – «заселить» остров своими картами. Проигрывает последний, оставшийся с любыми картами на руках. Один круг игры равен одному году.

Инструкция. За один ход можно выкладывать карты с организмами только одного уровня в любом количестве, но не больше того, что уже на нем есть (если есть), так как скорость размножения любого вида ограничена (первые организмы могут появиться на острове в любом количестве).

Для существования одной особи необходимо иметь на предыдущем уровне не менее 50% ее кормовой базы. Мыши и кролики питаются растениями: для каждого животного нужно по 3 грызуна; ласка – узкоспециализированный хищник - питается только мышами: каждой ласке нужно три мыши; лиса питается мышами и кроликами: каждой лисе нужно по 3 грызуна; беркут в основном охотится на лис и ласок – ему нужно по 2 хищника, однако при избытке мышей и кроликов (свободных от пресса лис и ласок) поедает и их – беркуту нужно 5 травоядных. Для

существования беркута достаточно иметь также одного хищника и трех травоядных, свободных от «пресса» лис и ласок (схемы А, В).

Карта «F» может быть введена в любой момент игры, но только один раз. Выкладывая по своему усмотрению эту карту на тот или иной уровень, игрок вводит антропогенный фактор: пожар, борьбу с грызунами, охоту. Следующий игрок с этого уровня забирает половину имеющихся на нем организмов (если их число не кратно 2, то округлять в сторону увеличения). По пищевым цепям изменения передаются на более высокие уровни пирамиды: в порядке очередности хода игроки забирают с верхних уровней карты организмов, не обеспеченных кормовой базой. Затем достраивание пирамиды продолжается.

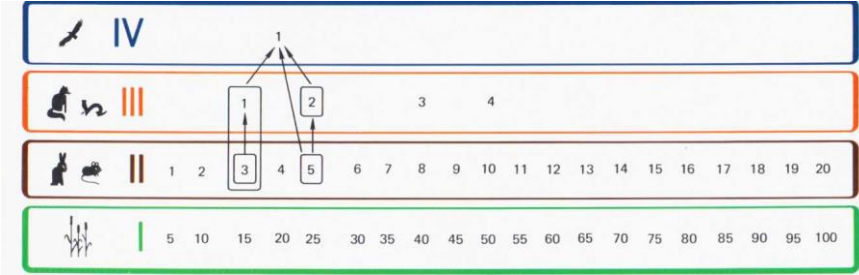


Схема А. Минимальное количество корма, необходимое для существования различного числа особей 2-4 уровней

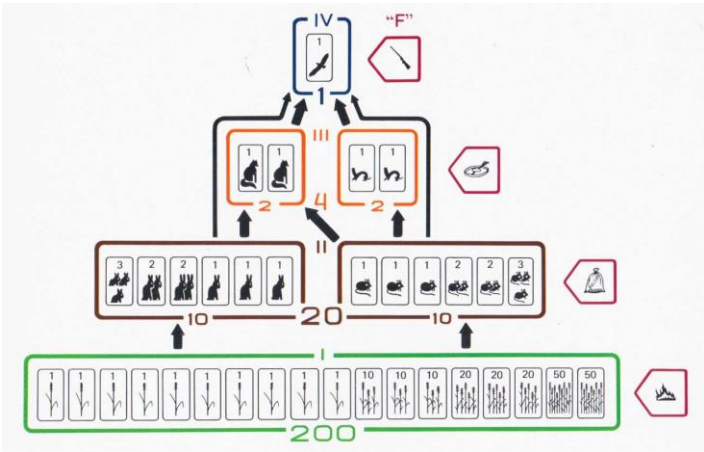


Схема В. Полная экологическая пирамида экосистемы острова

Ожидаемый результат закрепить понимание путей формирования пищевой пирамиды.

Индивидуальные задания

Ситуация	Уровень	
	Базовый	Повышенный
Освоив игру попробуйте решать экспериментальные задачи	1. Изучите поведение модели при отсутствии одного вида. 2. Составьте все возможные пищевые цепи данной экосистемы.	1. Изучите поведение модели при взаимодействии антропогенного фактора на различных уровнях и на различных этапах формирования экосистемы. 2. Составьте пищевую сеть данной экосистемы.

Полученные результаты по этапно фиксируются в тетради и делается вывод о степени изменений происходящих в модели в ходе игры.

9. Строение и свойства биосферы

Цель: Сформировать представление о биосфере, развить представление о биосфере как глобальной экосистеме. Сформировать представление о биосферных круговоротах, раскрыть особенности влияния человеческой деятельности на круговороты веществ в биосфере.

Аппаратура, оборудование и материалы: таблица структура биосферы.

Понятия и термины: биосфера, осадочные породы, вещество биосферы, литосфера, гидросфера, биологический круговорот, пороговая величина содержания кислорода в атмосфере – точка Юри, пороговая величина содержания кислорода в атмосфере – точка Беркнера-Маршалла, подвижный (обменный) фонд элемента, границы биосферы.

Вопросы, выносимые на обсуждение

1. Что такое биосфера? Кто был автором термина, и кто создал учение о биосфере?
2. На какие идеи предшественников опирался В.И. Вернадский, создавая учение о биосфере?
3. Насколько биосфера проникает в другие оболочки Земли: атмосферу, литосферу, гидросферу? Какие факторы ограничивают дальнейшее освоение жизнью атмосферы и литосферы?
4. Что такое биогеохимический круговорот?
5. Что представляет собой резервный и обменный фонд в случае разных элементов?

Организационная форма занятия: лабораторная работа «Круговорот веществ в биосфере».

Методические рекомендации. Переход конкретного атома из одного состояния в другое носит вероятностный характер. На этом принципе основано выполнение лабораторной работы.

Ход работы

Необходимо ознакомиться с блочной моделью круговорота данного атома (углерода, азота) (схемами блочная модель круговорота углерода и азота) и текстом, поясняющим отдельные позиции.

Для выполнения работы необходимо иметь одну монету и фишку (или другой мелкий предмет). Вначале фишку устанавливают в позицию 1 блочной модели. Для передвижения фишки необходимо подбросить (один раз или дважды) монету и в соответствии с выпавшим результатом передвинуть фишку на следующую позицию (смотрите пояснения к позициям). Перемещение фишки не соответствует порядку номеров позиций, а происходит случайно, в зависимости от того как упадут монеты.

При возвращении фишки (конкретного атома) в позицию 1 цикл атома завершается. Каждый студент должен записывать свой путь фишки в каждом конкретном цикле. В течение работы необходимо пройти не менее 5 круговоротов конкретного атома. Каждый круговорот подробно описывают.

ПОЯСНЕНИЯ К ПОЗИЦИЯМ БЛОЧНОЙ МОДЕЛИ «КРУГОВОРОТ УГЛЕРОДА»

ПОЗИЦИИ:

1. Атом углерода входит в состав молекулы углекислого газа (CO_2) в атмосфере. Результат подбрасывания монеты (О - орел; Р - решка). ОО-атом углерода не поглощен растением и остается в атмосфере. Необходимо повторить подбрасывание монеты, ОР или РР - атом углерода поглощен листом растения, переход в позицию 2.

2. Молекула углекислого газа с атомом углерода находится в листе растения: ОО - нет солнечного света (нет энергии), фотосинтез не происходит, молекула CO_2 с атомом углерода возвращается в атмосферу в позицию 1; ОР или РР - происходит фотосинтез, атом углерода включен в молекулу сахара: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Переход в позицию 3.

3. Атом углерода входит в молекулу сахара растения: ОО - молекула сахара окисляется в процессе клеточного дыхания, обеспечивающего растение энергией для роста, атом углерода в составе CO_2 возвращается в атмосферу - позиции 1; ОР или РР - молекула сахара превращается в молекулу, входящую в состав ткани растения - позиция 4.

4.Атом углерода включен в молекулу растительной ткани: ОО - растение съедено первичным консументом (животным-фитофагом) - переход в позицию 5; ОР или РР - часть растения отмирает, образуется детрит (мертвое органическое вещество) - переход в позицию 6.

5. Ткань растения с атомом углерода съедена первичным консументом: ОО- травоядное млекопитающее, позиция 8а; ОР - птица, позиция 8б; РО -насекомое позиция 8в; РР - человек, позиция 9.

6. Атом углерода находится в составе детрита ОО или ОР - детрит поглощен детритофагом или редуцентом, позиция 10; РР - пожар, позиция 7.

7. Молекула с атомом углерода окисляется в результате пожара, углерод соединяется с кислородом и в виде CO_2 поступает в атмосферу - позиция 1 (цикл завершен).

8 а,б,в - ткань растения с атомом углерода съедена первичным консументом: ОО молекула с атомом углерода метаболизировалась (т.е. приняла участие в процессе обмена веществ, происходящего в организме консумента); атом углерода вошел в состав молекулы ткани организма консумента, позиция 11 б; ОР - клеточное дыхание, позиция 12; РР - молекула углерода не переварена и, пройдя через желудочно-кишечный тракт, в виде отходов вышла наружу, позиция 6.

9.Ткань растения с атомом углерода съедена человеком ИДЦ- молекула с атомом углерода метаболизировалась, и он вошел в состав ткани организма человека, позиция 11а; ОР - клеточное дыхание, позиция 12; РР - молекула с атомом углерода не участвовала в метаболизме и, пройдя кишечно-желудочный тракт, выходит наружу, позиция 6.

10. Молекула с атомом углерода съедена первичным детритофагом или редуцентом ОО- дождевой червь, позиция 15б; ОР - гриб, позиция 15в; РО бактерия, позиция 15а; РР - личинка насекомого, позиция 15г.

11а. Атом углерода входит в состав ткани организма человека (монету подбрасываем один раз): О - соединение подверглось расщеплению и метаболизировано в процессе клеточного дыхания, позиция 12; Р - человек умирает и его тело кремируют, позиция 7.

11б. Атом углерода входит в состав ткани организма первичного консумента (фитофага): ОО - соединение подверглось расщеплению и метаболизированию в процессе клеточного Дыхания, позиция 12; ОР - первичный консумент съеден вторичным консументом, позиция 13; РР - первичный консумент погибает от ранения, болезни, старости, позиция 6.

11 в. Атом углерода входит в состав ткани вторичного консумента (плотоядного животного): ОО - вещество подверглось расщеплению и мета-болизированию в процессе клеточного дыхания, позиция 12; ОР - вторичный консумент съеден консументом третьего порядка, позиция 14; РР - вторичный консумент погиб от ранения, болезни, старости, позиция 6.

11 г. Атом углерода входит в состав ткани организма консумента 3 порядка: ОО~ вещество подверглось расщеплению и метаболизированию в процессе клеточного дыхания, позиция 12; ОР - консумент 3 порядка съеден консументом 4 порядка, позиция 14; РР - консумент 3 порядка погиб, позиция 6.

12. Молекула, содержащая атом углерода, расщепляется а процессе клеточного дыхания с высвобождением энергии, необходимой для жизнедеятельности и движения организма, при этом атом углерода соединяется с атомом кислорода и в составе CO_2 поступает в атмосферу, позиция 1 (цикл завершен).

13. Молекула, содержащая атом углерода, съедена вторичным консументом : ОО- молекула с атомом углерода метаболизировалась с образованием соединения, входящего в состав ткани организма консумента, позиция 11в; ОР - клеточное дыхание, позиция 12; РР - молекула с атомом углерода не переварена и, пройдя через желудочно- кишечный тракт, вышла наружу, позиция 6.

14. Молекула с атомом углерода съедена консументом 3 или 4 порядка: молекула с атомом углерода метаболизирована с образованием соединения, входящего в состав ткани организма консумента, позиция 11 г; ОР -клеточное дыхание, позиция 12; РР - молекула с атомом углерода не переварена и пройдя желудочно- кишечный тракт вышла наружу, позиция 6.

15 а. Молекула с атомом углерода поглощена бактерией (подбросить монету 1 раз): О - молекула с атомом углерода включена в состав клетки бактерии, позиция 16; Р - молекула расщепляется и метаболизируется в процессе клеточного дыхания, позиция 12.

15 б. Молекула с атомом углерода съедена дождевым червем: ОО молекула включена в состав тела червя, позиция 17; ОР - клеточное дыхание, позиция 12; РР - молекула не переварена и пройдя желудочно-кишечный тракт вышла наружу, позиция 6.

15 в. Молекула с атомом углерода поглощена грибом (монету подбрасываем 1 раз): О - молекула включена в состав гриба, позиция 18; Р - клеточное дыхание, позиция 12.

15 г. Молекула с атомом углерода съедена личинкой насекомого: ОО - молекула включена в состав тела личинки насекомого, позиция 19; ОР - клеточное дыхание, позиция 12; РР - молекула не переварена и выходит наружу, позиция 6.

16. Атом углерода входит в состав клетки бактерии: ОО - клеточное дыхание, позиция 12; ОР - бактерия съедена дождевым червем, позиция 15б; РР - бактерия погибла, позиция 6.

17. Атом углерода входит в состав тела дождевого червя ОО - клеточное дыхание, позиция 12; ОР - дождевого червя съела птица, позиция 8б; РР - дождевой червь погиб, позиция 6.

18. Атом углерода входит в состав гриба: ОО - клеточное дыхание, позиция 12; ОР - гриб съеден личинкой насекомого, позиция 15г; РР - гриб погиб, позиция 6.

19. Атом углерода входит в состав организма личинки насекомого: - клеточное дыхание, позиция 12; ОР - личинка насекомого съедена консументом 3 или 4 порядка, позиция 14; РР - личинка насекомого погибла, позиция 6.

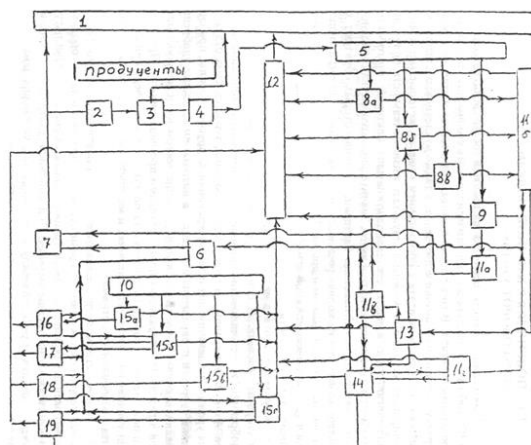


Схема В. Блочная модель круговорота углерода

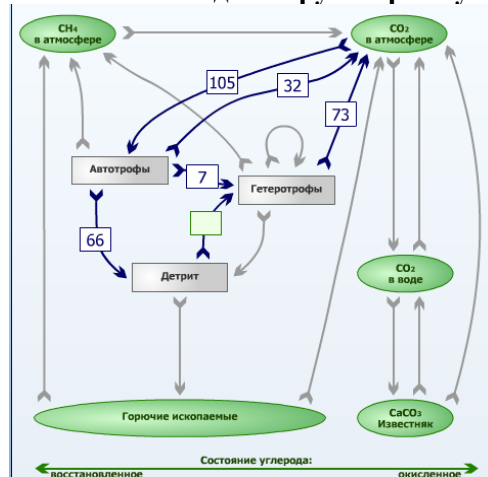


Схема Г. Интенсивности потоков углерода на некоторых этапах цикла

Рассмотрите подписанные на схеме интенсивности потоков углерода на некоторых этапах цикла. Числа возле стрелок означают количество перемещаемого по этим путям углерода в миллионах миллиардов грамм (10^{15} г) в год. Вычислите интенсивность того потока, возле которого находится пустое окошко.

ПОЯСНЕНИЯ К БЛОЧНОЙ МОДЕЛИ «КРУГОВОРОТ АЗОТА»

Необходимо помнить: несмотря на то, что в составе воздуха содержится 78% (об.) азота, непосредственно ассимилировать его высшие организмы - продуценты не могут. В то же время азот входит в состав жизненно важных структур организма - аминокислот белка, а также нуклеиновых кислот. Химические превращения азота с образованием веществ, которые могут ассимилировать растения возможны в результате жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, в частности свободноживущих бактерий: азотобактер, ризобиум, нитрозомонас, нитробактер. Значительные количества свободного азота связывают

«клубеньковые» бактерии, колонии которых образуют характерные наросты на корнях растений семейства бобовых: клевера, люцерны, люпина, гороха, фасоли и других. Мощные электрические разряды молнии в теплой и очень влажной атмосфере также являются природным источником связанного азота.

Круговорот азота в настоящее время подвергся сильному воздействию со стороны человека. С одной стороны, массовое производство азотных удобрений и их использование приводит к избыточному накоплению нитратов. Азот, поступающий на поле в виде удобрений, теряется из-за отчуждения урожая, выщелачивания и денитрификации. С другой стороны, при снижении скорости превращения аммиака в нитраты аммонийные удобрения накапливаются в почве. Возможно подавление деятельности микроорганизмов в результате загрязнения почвы отходами промышленности. Практически повсеместно в городах оксиды азота поступают в атмосферу при сжигании топлива на теплоэлектростанциях и на транспорте. Оксиды азота являются токсичными веществами.

При естественных процессах оксиды азота появляются в атмосфере в малых количествах в качестве промежуточных продуктов, но в городах и промышленных районах их концентрации становятся опасными. Они пагубно воздействуют на органы дыхания. Под действием ультрафиолетового излучения возникают реакции между оксидами азота и углеводородами с образованием высокотоксичных и канцерогенных соединений.

Данное задание посвящено анализу путей фиксации азота в результате естественных процессов не антропогенного характера.

ПОЗИЦИИ:

1. Атом азота входит в состав молекулы атмосферного газа азота: N_2 . Результат подбрасывания монеты (О - орел, Р - решка). ОО - атом азота остается в атмосфере, повторить подбрасывание монеты. ОР - атом азота окислен и вошел в состав оксида азота NO_2 (результат грозовых разрядов) - позиция 2. Далее переход в позицию 7 - вследствие диффузии и диссоциации, в почве образовалась неорганическая соль - нитрит металла или аммония: $Me NH_3$ или $NH_4 NO_3$ - РР - атом азота посредством бактерии «азобактер» вошел в состав иона аммония NH_4^+ - позиция 3.

3. Монету подбросить один раз: О-переход в позицию 4; в результате жизнедеятельности нитрифицирующей бактерии атом азота вошел в состав иона NO_2^- , далее переход в позицию 5, в результате жизнедеятельности нитрофицирующей бактерии атом азота вошел в состав иона: NO_3^- ; далее переход в позицию 9. Р - переход в позицию 9: атом азота вошел в состав растения (из позиции 3).

6. ОО - растение погибло, атом азота перешел в детрит, позиция 9; ОР или РО - растение (часть растения) съедено первичным консументом, позиция 10; РР-растение сгорело при пожаре, позиция 18.

7. ОО - атом азота в составе аниона: NO_3^- и в составе подземных вод поступил в глубинные слои литосферы, позиция 8; ОР или РО - атом азота вошел в состав растения, позиция 6; РР - атом поглощен денитрофицирующей бактерией, позиция 17.

8. ОО - извержение породы вследствие вулканической деятельности, атом азота в составе молекулы N_2 поступил в атмосферу, переход в позицию 1 - круговорот завершен: РР - атом азота в составе аниона NO_3^- поглощен денитрофицирующей бактерией позиция 17; ОР или РО - атом азота в составе аниона NO_3^- поступил в почву, позиция 17.

9. Монету подбрасывать один раз: О - атом азота поглощен «азобактер» и вошел в состав иона аммония NH_4^+ далее переход: позиция 4 - позиция 5 - позиция 6; Р - атом азота поглощен денитрофицирующей бактерией, позиция 17.

10. ОО - первичный консумент сгорел при пожаре, позиция 18; ОР -первичный консумент погиб, атом азота вошел в состав детрита, позиция 9; РО - первичный консумент съеден насекомым, атом азота вошел в состав белка насекомого; РР - дополнительно подбросить монету один раз: О - первичный консумент съеден птицей, атом вошел в состав белка птицы, позиция 12; Р - первичный консумент съеден млекопитающим, атом азота вошел в состав белка мелкого млекопитающего, позиция 13.

11. ОО - насекомое сгорело в огне пожара, позиция 18; ОР - или РО -насекомое погибло, атом азота перешел в детрит, позиция 9; РР - насекомое съедено консументом 3 или 4 порядка, атом азота вошел в состав белка консумента 3 или 4 порядка, позиция 14.

12. ОО - птица съедена консументом 3 или 4 порядка, атом азота вошел в состав белка консумента 3 или 4 порядка, позиция 14; ОР или РО - птица погибла, атом азота вошел в детрит,

позиция 6; РР - молекула (ион) с атомом азота, пройдя желудочно-кишечный тракт, вышла наружу, позиция 15, далее преобразование в ион аммония NH_4^+ , позиция 16.

13. ОО - мелкое млекопитающее съедено консументом 3 или 4 порядка, атом азота вошел в состав белка консумента 3 или 4 порядка, позиция 14; ОР или РО - молекула (ион) с атомом азота, пройдя желудочно-кишечный тракт, вышла наружу, позиция 15, далее преобразование в ион аммония NH_4^+ ; РР -млекопитающее погибло, атом азота вошел в детрит, позиция 9.

14. Молекула (ион) с атомом азота, пройдя желудочно-кишечный тракт, вышла наружу.

15. Далее преобразование в ион аммония: NH_4^+ ; Р - консумент 3 или 4 порядка погиб, атом азота пошел в детрит, позиция 9.

16. О - атом азота поглощен нитрифицирующей бактерией, образован анион: NH_2^- , позиция 4; далее преобразование в анион: NH_3^- , позиция 5 и переход в позицию 6; Р - атом азота вошел в состав растения, позиция 6.

17 и 18. Монету не подбрасывают, один вариант перехода - поступление азота в составе молекулы N_2 в атмосферу, позиция 1 - завершение цикла круговорота азота.

Пояснения к схеме «Блочная модель круговорота азота»

- 1 - азот: N_2 - газ атмосферы;
- 2 - молекула оксида азота: NO_2 ;
- 3 - азотфиксирующая бактерия («азотобактер»);
- 4 - нитритная бактерия;
- 5 - нитратная бактерия;
- 6 - растение;
- 7 - неорганическая соль (нитрат) в почве;
- 8 - глубинные слои литосферы;
- 9 - детрит (мертвое органическое вещество); 10-гусеница;
- 11 - насекомое (жужелица);
- 12 - птица (синица);
- 13 - мелкое млекопитающее (крот);
- 14 - консумент 3 или 4 порядка;
- 15 - выделения в их составе аммиак (NH_3) и мочевины ($\text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}_2$) 16 - ион аммония (NH_4^+);
- 17 - денитрофицирующая бактерия;
- 18-пожар.

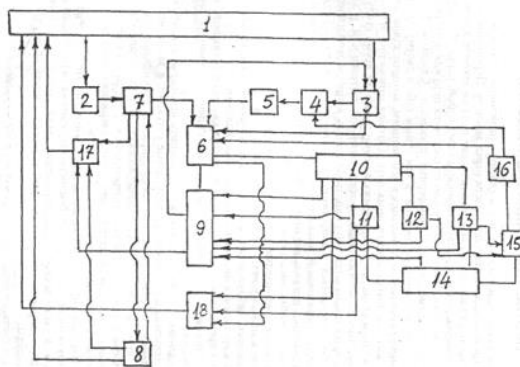


Схема Д. «Блочная модель круговорот азота»
Задания

Повышенный уровень

1(е). Рассмотрите схему «Биогеохимического цикла серы». Поставьте соответствующую цифру на схеме (один раз) выбирая, какому процессу перехода атомов серы соответствует описанный процесс:

- (1) – Многие гетеротрофные микроорганизмы такие как кишечная палочка, способны потреблять серу в виде сульфатов (K_2SO_4).
- (2) – Автотрофы потребляют серу в виде сульфатов (K_2SO_4).
- (3) – При протухании яиц образуется сероводород.
- (4) – Места выхода сероводорода на дне океана характеризуются своеобразной фауной и называются черными курильщиками.

- (5) – Кислотные дожди, связанные в воде серной (и азотной) кислотой, разрушают памятники архитектуры.
- (6) – Черный ил образуется в результате восстановления сульфатов сульфатредуцирующими бактериями.
- (7) – Анаэробные фотосинтетики могут восстанавливать сероводород до серы, накапливая гранулы серы в своих клетках.
- (8) – Сероредуцирующие бактерии, обитающие в восстановительных условиях, восстанавливают серу до сероводорода.

Какие группы микроорганизмов участвуют в круговороте серы?

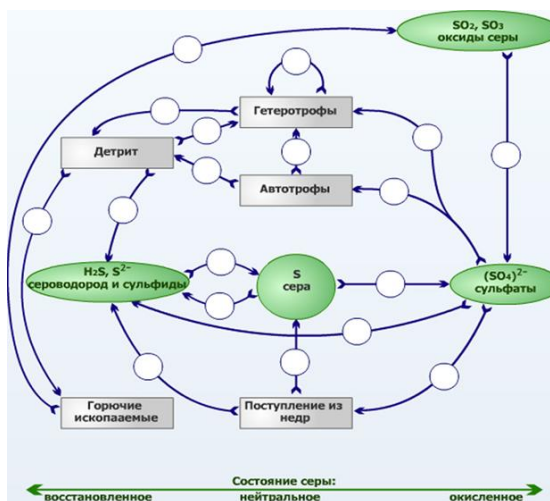


Схема Е. Биогеохимический цикл серы в условиях современной Земли

2(е). Рассмотрите схему «Биогеохимический цикл фосфора в условиях современной Земли». Поставьте соответствующую цифру на схеме. (один раз) выбирая, какому процессу перехода атомов серы соответствует описанный процесс:

- (1) – Помет рыбоядных птиц преобразуется в гуано – естественное азот- и фосфор содержащее удобрение.
- (2) – Выветривание горных пород
- (3) – Вынос биогеннов из пресноводных водоемов на сушу.
- (4) – Фосфор попадает в атмосферу только в виде пыли.
- (5) – Поднятие вещества из недр Земли вследствие тектоники плит.
- (6) – Часть биогеннов растворяется в воде, вновь вовлекаясь в биологический круговорот веществ.
- (7) – В зонах апвеллинга происходит подъем на поверхность обогащенной биогенами воды из глубины.
- (8) – Вместе с водой в водоемы попадают биогены.
- (9) – Биогенны из пресноводных водоемов выносятся в океан.

Ответьте на вопросы:

Почему круговорот фосфора называют открытым?

Где сконцентрированы запасы фосфора?

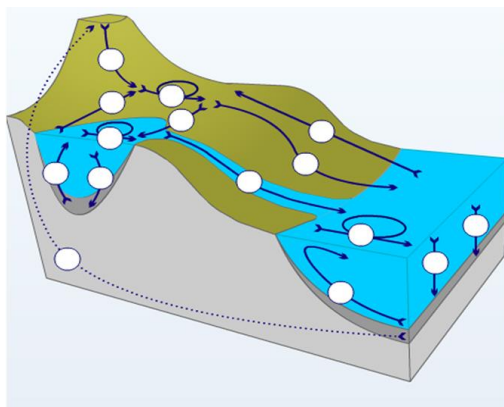


Схема Ж. Биогеохимический цикл фосфора в условиях современной Земли

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

Основная литература:

1..Пономарева, И. Н. Общая экология : учеб. пособие / И. Н. Пономарева, В. П. Соломин, О. А. Корнилова. - Ростов н/Д : Феникс, 2009. - 539 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 533-534. - ISBN 978-5-222-15543-1,

Дополнительная литература:

1.Общая экология : лабораторный практикум / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет» ; авт.-сост. К.В. Харин, Е.В. Бондарь. - Ставрополь : СКФУ, 2021. - Ч. 1. - 149 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459129>

2.Общая экология : лабораторный практикум / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет» ; авт.-сост. К.В. Харин, Е.В. Бондарь. - Ставрополь : СКФУ, 2021. - Ч. 2. - 166 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457480>

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению самостоятельных работ
по дисциплине «ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ»
для студентов направления подготовки /специальности
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль)
География и биология

Ставрополь, 2026

Экология как наука

Тематика рефератов, докладов, сообщений

1. Роль экологии в современном обществе.
2. Рождение новых наук на стыке с экологией.
3. Проблемы изучаемые современной экологией.

Экология - история развития.

Задания для контроля владения компетенциями

8. Перечислите наиболее важные теоретические достижения экологии в первой половине XX века.
9. Назовите крупнейшие современные научные экологические школы.

Тематика докладов, сообщений

1. Роль ботаники в формировании экологии как науки.
2. Роль зоологии в формировании экологии как науки.
3. Роль российских ученых-натуралистов в формировании науки экологии.
4. Основные направления исследований, характеризующие развитие экологии в начале XX века.
5. Экология начала XXI века.

.Основные методы общей экологии

Тематика докладов, сообщений

1. Метод ключевых участков в экологическом исследовании.
2. Метод пробных площадок в экологическом исследовании.
3. Метод плансектный в экологическом исследовании.
4. Метод реципрокных пересадок в экологическом исследовании.
5. Метод сплошного учета в экологическом исследовании.
6. Метод стандартных шкал в экологическом исследовании.
7. Метод трансектный в экологическом исследовании.
8. Метод биологических тестов в экологическом исследовании.

Задания для развития и контроля владения компетенциями

- a. В чем заключается большая сложность экологических исследований в сравнении с ботаническими или зоологическими?
- b. В чем заключается суть дедуктивно-гипотетического подхода в экологии?
- c. Как вы понимаете «универсальную методологию экологии».

Среды жизни.

Тематика докладов, сообщений

1. Экологические особенности паразитов.
2. Сравнение водной и наземно-воздушной среды.
3. Сравнение водной и почвенной среды.
4. Экологические зоны мирового океана.
5. Основные адаптации растительных и животных организмов к водной среде.
6. Экологическая пластичность водных организмов.
7. Роль микроорганизмов, высших растений и животных в почвообразовательных процессах. Основные адаптации животных и растений к жизни в почве.
8. Роль организмов в создании среды друг для друга.
9. Живые организмы – индикаторы среды.
10. Практическое использование биоритмов цветения растений человеком.
11. Время как экологический фактор.
12. Сезонная цикличность выносливости организмов.
13. Циркадные и лунные ритмы.

14. Два типа фотопериодической реакции (ФПР).
15. Приспособления растений к неблагоприятным сезонным явлениям.
16. Приспособления животных к неблагоприятным сезонным явлениям.

Задания и вопросы для развития и контроля владения компетенциями

Задание (I.A). Заполните таблицу 4.13, описав преимущества и недостатки каждого из трёх основных способов приспособления организмов.

Таблица 4.13

Основные способы приспособления организмов к неблагоприятным условиям среды

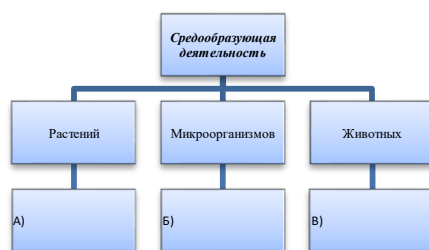
	преимущества	недостатки
подчинение		
сопротивление		
избегание		

Задание (I.B). Объясните, почему в давние времена войны определяли приближение вражеской конницы, приложив ухо к земле. В какой среде у животных орган слуха имеет наиболее сложную организацию (сравнивать необходимо близкородственные группы животных)? Почему? В каких - наименее сложное? Доказывает ли это, что в этих средах животные плохо слышат?

Задание (I.B.) Заполните пропуски в тексте

1. Выталкивающую силу воды определяет ее _____
2. В водоемах _____ режим воды более мягок, чем на суше.
3. Морские организмы не могут жить в пресных водах так же, как и пресноводные в морях, в основном из-за концентрации _____
4. Как по разнообразию биологических видов, так и по плотности заселения организмами самой насыщенной средой жизни является _____
5. Закон большого числа яиц, отложенных животными, справедлив для _____
6. Микроклимат в основном создают _____
7. Биологический путь самоочищения _____ водоемов _____ возможен благодаря _____ питанию.
8. Внешнее подобие организмов, возникшее в результате сходного образа жизни, называют _____.

Задание (I.G.) Приведите примеры влияния организмов на среду обитания в схеме.



I. Вопросы

- 1.1** Одно из изменений, вызванных живыми организмами в окружающей среде, состояло в том, что запасы питательных веществ, образовавшихся небиологическим путем в первичном «бульоне» стали истощаться. Как это повлияло на дальнейшую эволюцию жизни?
- 1.2.** Кто сильнее изменяет среду продуктами своей жизнедеятельности – крупное млекопитающее или такое же по весу количество бактерий?
- 1.3.** Какое адаптивное преимущество дает бактериям и *Corynebacterium* их способность вырабатывать токсины? Какие вы можете провести эксперименты, чтобы подтвердить свое мнение?
- 1.4.** Большинство пресноводных беспозвоночных утратило подвижную личиночную стадию, имеющуюся у их морских сородичей. Можете ли вы объяснить адаптивное преимущество этого? (Подумайте, прежде о различиях между пресноводными водоемами (озера, реки и д.р. и морем).
- 1.5.** Бобовые растения улучшают условия для последующего урожая зерновых. Что меняют они в окружающей среде?
- 1.6.** Приведите примеры диких животных и растений, для которых человеческая деятельность улучшила среду обитания?

1.7. Почему у уток яйца более округлой формы, чем у курообразных?

1.8. Изображенные на рисунке 4.14 животные и растения обитают на разных глубинах. Дайте название для типов живых обитателей:

- 1.
- 2.
- 3.

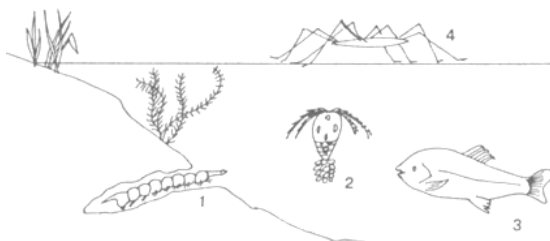


Рис.4.14 Типы живых обитателей водоема

Задание (IV.A) На рис. 4.15. «Классификация биоритмов по продолжительности» укажите недостающий тип.

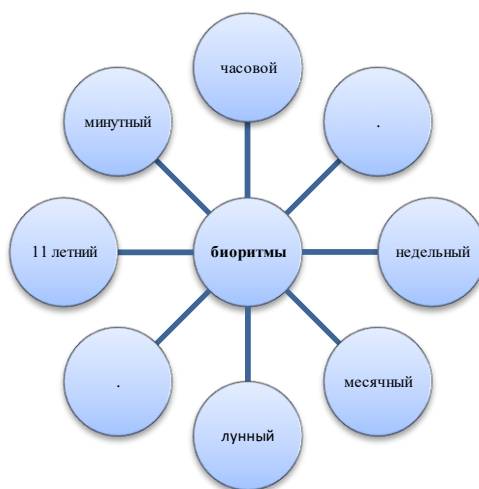


Рис.4.15. Классификация биоритмов по продолжительности

Задание (IV.B). Впишите в таблицу 4.15 «Характер фотопериодизма у растений» из приведенного списка примеры растений с разными типами фотопериодизма и укажите географические широты, в которых они обитают (*Просо, хризантема, гречиха, ячмень, томаты, лен, свекла, томаты, кукуруза, салат, подсолнечник, горчица, горох, рис, соя, овес, подорожник, пшеница, конопля, горох.*)

Таблица 4.14

Характер фотопериодизма у растений

Растения	Географические широты	Примеры
Длиннодневные	А)	Б)
Короткодневные	В)	Г)
Нейтральные	Д)	Е)

Задание (IV.B). Заполните пропущенные в таблице 4.15 ячейки и ответьте на вопросы.

Таблица 4.15

Космические ритмы

Ритм	Период	Явление	Причины
Приливный		Морские и атмосферные явления	
Суточный и циркадный			Осевое вращение Земли
Годичный или сезонный		Смена времен года; сезонные явления	

Солнечная активность		Различные физиологические и биохимические явления
Глобальный климатический	50-100 тыс. лет	Прецессия земной оси, изменение формы и наклона земной орбиты
Галактический год	250 млн. лет	Обращение Солнца вокруг центра Галактики

- ✓ Все ли биологические ритмы являются адаптивными? Почему их так называют?
- ✓ Почему правильнее говорить не суточные а циркадный ритмы?
- ✓ Насколько широко распространена фотопериодическая реакция?
- ✓ У каких организмов и почему отсутствует суточный ритм?
- ✓ Может ли годичный ритм проявляться в ряду поколений?

Экологические факторы и закономерности их действия

Тематика докладов, сообщений

- d. Концепция континуума: история и значение для экологии.
- e. Роль лимитирующих факторов в определении состава биоты экосистем.

Задания и вопросы для развития и контроля владения компетенциями

1. Заполните таблицу 5.2 «Экологические факторы».

Таблица 5.2

Экологические факторы		
Группа факторов	Определение	Пример
1.		
2.		
3.		

2. Заполните таблицу 5.3 «Действие абиотических факторов».

Таблица 5.3

Действие абиотических факторов		
Фактор	Действие на растения	Действие на животных
Свет		
Температура		
Влажность		

3. Рассмотрите рисунок 5.8 и укажите на нём следующие параметры:

- температуру, оптимальную для этого насекомого;
- диапазон температур зоны оптимума;
- диапазон температур зоны пессимума;
- критические точки;
- пределы выносливости вида.

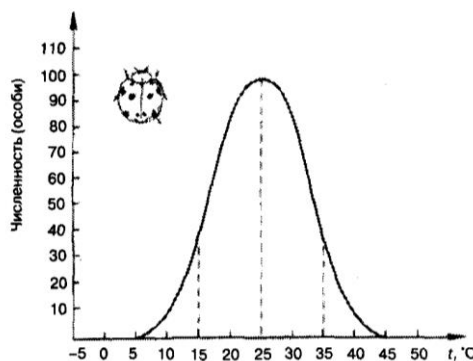


Рис. 5.8. Зависимость численности божьей коровки от температуры окружающей среды

4. Назовите общие закономерности воздействия экологических факторов на живые организмы (закон минимума Ю.Либиha и толерантности В. Шелфорда, правило взаимодействия факторов, правило экологической индивидуальности видов Л.Раменского).
5. К какой группе вы отнесете коралловых полипов: к эври-или стенобионтам?
6. К какой группе в отношении условий среды обитания вы отнесете синего кита?
7. В каких условиях формируются эврибионты: в экстремальных или благоприятных? В каких условиях формируются стенобионты?

Важнейшие экологические факторы и адаптации к ним организмов

Тематика, докладов, сообщений

1. Вода как фактор существования наземных растений и животных.
2. Пища как фактор экологии животных.
3. Деятельность человека как фактор экологии растений и животных.
4. радиоактивное излучение как экологический фактор.
5. Давление как экологический фактор.
6. Использование явления скрытой жизни в хозяйственной практике.
7. Пожары как экологический фактор .

Вопросы и задания для контроля владения компетенциями

1. Объясните, почему у стланцевых форм карликовой березы, ели, можжевельника и кедровника, верхние ветви, поднимающиеся высоко над землей, обычно всегда полумертвые или мертвые, а стелющиеся - живые.
2. Какой экологический результат возможен, если влажность будет постоянной, а количество тепла будет изменяться? Возможно ли такое явление в реальных условиях?
3. Какие произойдут изменения и почему, если увеличится степень увлажнения почвы, например вследствие строительства и подъема уровня грунтовых вод?
4. Какие факторы привели к возникновению самой большой пустыни мира Сахары?

Жизненные формы организмов

Тематика докладов, сообщений

1. Жизненная форма как отражение явления конвергенции.
2. Классификации растений по облику предложенные Теофрастом.
3. А. Гумбольт – родоначальник учения о жизненных формах.
4. Е. Варминг – основоположник термина «жизненная форма».
5. Жизненные формы животных как индикатор условий.
6. Адаптивные типы зверей (классификация по А.М. Формозову).
7. Достижения современных российских ученых в изучении жизненных форм организмов.

Задания и вопросы для развития и контроля владения компетенциями

1. Заполните таблицу. В центральную колонку впишите названия организмов, и принадлежащих к тем или иным жизненным формам. Выберите названия из предлагаемого списка. В правую колонку впишите общую характеристику внешнего облика группы выбранных животных.

Таблица 7.3

Жизненные формы животных

Название жизненных форм	животные	Характеристика внешнего облика
Четвероногие		
Скоростные бегуны		
«Двуногие»		
Скоростные пловцы		

Лазяющие по деревьям

Роющие в земле

Планирующие в воздухе

Быстро летающие

Список названий животных: дельфин-белобочка, белка-летяга, тушканчик, кенгуру, серая акула, антилопа, крот европейский, сокол-сапсан, тюлень, куница, кальмар, гепард, африканский прыгунчик, лошадь, сумчатая летяга, стрекоза, рыба тунец, летучая мышь, ящер ихтиозавр, сумчатый крот, оса, ящерица летучий дракон.

2. Как соотносятся между собой понятия вида, жизненной формы и экологической группы?

3. Как называется эволюционный процесс, приводящий к образованию жизненных форм?

4. В чем логика системы жизненных форм растений К. Раункиера?

5. Что такое параллельные ряды жизненных форм растений, по И. Г. Серебрякову?

Экология популяций

Вопросы и задания для контроля владения компетенциями

А. В Средней Азии обитает несколько видов воробьев, которые могут давать плодовитое потомство при скрещивании. Однако в природе практически не наблюдается гибридизация между ними. За счет каких механизмов обеспечивается изоляция?

В. На территории охотничьего хозяйства стала резко снижаться численность куропаток. Что бы вы рекомендовали охотоведу?

С. Почему в границах своего ареала вид образует локальные популяции?

Д. Почему в целях повышения улова рыбы в северных морях экологи рекомендовали увеличить диаметр ячеи орудий лова?

Е. Заполните блоки схемы пространственной структуры вида.

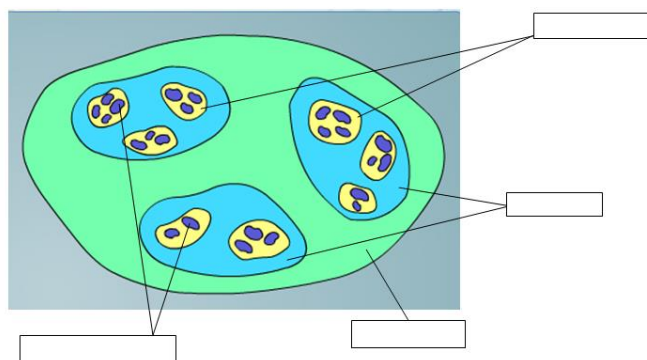


Рис.1. Пространственная структура вида

Вопросы и задания для контроля владения компетенциями

Г. Что означает оптимизация состояния популяции?

Н. Какие методы определения численности и плотности популяций вы знаете?

І. Охарактеризуйте механизмы саморегуляции популяции.

Ј. Какие преимущества дает популяции разновозрастность входящих в ее состав особей?

К. Какое значение для популяции раннецветущих насекомоопыляемых растений (медуница, примула обыкновенная и др.) могут иметь растянутые во времени сроки зацветания?

Л. Приведите примеры популяций с разными кривыми выживания.

Экосистемы

Вопросы и задания для контроля владения компетенциями

- A. Укажите причины формирования различных ярусов в биоценозе и значение этого явления.
- B. Приведите примеры биоценозов различного масштаба: от самых мелких до самых крупных.
- C. Что такое экологическая структура биоценоза? Какие характеристики обычно используют при выделении экологических групп организмов?

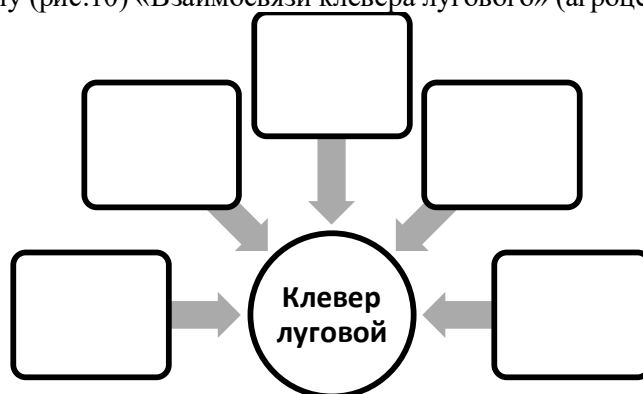
Взаимодействие биологических видов биоценозе

Вопросы и задания для контроля владения компетенциями

- A. Какие категории трофических отношений принято выделять? В чем особенность каждой из них? Приведите примеры организмов каждой группы.
- B. Почему у хищников обычно большой спектр жертв?
- C. Чем паразитоиды отличаются от паразитов и чем от хищников?
- D. Приведите примеры переходов между вариантами взаимодействий: хищничеством и мутуализмом, собственно хищничеством и паразитизмом?
- E. Когда возникает «диффузная» конкуренция?
- F. Чем отличается зоохория от форезии? Приведите примеры.
- G. Перечислите основные способы разделения экологических ниш видов.
- H. Что такое фундаментальная и реализованная ниша? Почему они почти никогда не совпадают?

Вопросы и задания для контроля владения компетенциями

- A. Почему экосистемы тундр и пустынь особенно чувствительны к хозяйственной деятельности?
- B. Почему территорию, через которую проходит морское течение можно рассматривать как одну экосистему?
- C. Какие факторы обеспечивают высокую продукцию и большой запас биомассы гидротермальных оазисов?
- D. Почему экосистемы биомов суши удобно различать по жизненным формам растений?
- E. Укажите отличия агроценозов от природных биоценозов.
- F. Объясните, почему культурные растения не могут конкурировать с сорняками.
- G. Составьте схему (рис.10) «Взаимосвязи клевера лугового» (агроценоз-клеверное поле).



Энергетика экосистемы

Вопросы для контроля владения компетенциями

- A. Из чего складывается энергетический баланс консументов? На что обычно расходуется основное количество энергии? Какое правило из этого следует?
- B. Когда велики энергетические траты на рост? В каких случаях неусвоенная пища еще содержит достаточно много энергии?
- C. Приведите примеры пастбищных и детритных цепей питания.
- D. Какие экологические пирамиды и в каких случаях бывают перевернутыми, а какие - никогда? Почему?

- Е. Назовите факторы лимитирующие первичную продукцию в разных районах Земли.

Строение и свойства биосферы

Вопросы для контроля владения компетенциями

- А. Какой вклад в испарение воды вносит океан?
- В. С какой скоростью осуществляется круговорот разных фракций воды?
- С. Расскажите о причинах нарушения круговорота воды.
- Д. Перечислите основные этапы круговорота азота.
- Е. За какое время происходит обновление запаса кислорода в атмосфере?
- Ф. Какие последствия для сельского хозяйства будет иметь истощение запасов фосфора?

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1..Пономарева, И. Н. Общая экология : учеб. пособие / И. Н. Пономарева, В. П. Соломин, О. А. Корнилова. - Ростов н/Д : Феникс, 2009. - 539 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 533-534. - ISBN 978-5-222-15543-1,

Дополнительная литература:

2.Общая экология : лабораторный практикум / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет» ; авт.-сост. К.В. Харин, Е.В. Бондарь. - Ставрополь : СКФУ, 2021. - Ч. 1. - 149 с.

3.Общая экология : лабораторный практикум / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет» ; авт.-сост. К.В. Харин, Е.В. Бондарь. - Ставрополь : СКФУ, 2021. - Ч. 2