

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

О. В. Ковалева

ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

Практическое руководство

для студентов специальности 1–33 01 02 «Геоэкология»

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2016

УДК 574 (076)
ББК 28.080 я73
К56

Рецензенты:

кандидат технических наук В. Л. Грузинова,
кандидат биологических наук А. А. Саварин

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
учреждения образования «Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины»

Ковалева, О. В.

К56 Общая экология : практическое руководство /
О. В. Ковалева ; М-во образования Республики Беларусь,
Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им.
Ф. Скорины, 2016. – 35 с.
ISBN 978-985-577-175-4

В практическом руководстве представлен материал для проведения практических занятий по дисциплине «Общая экология». Издание включает задания по основным разделам современной экологии – аут-, дем-, эйд- и синэкологии. В нем приведены различные задания, в том числе в виде таблиц, схем, графиков.

Предназначено для студентов специальности 1–33 01 02 «Геоэкология».

УДК 574 (076)
ББК 28.080 я73

ISBN 978-985-577-175-4

© Ковалева О. В., 2016

© Учреждение образования «Гомельский
государственный университет
имени Франциска Скорины», 2016

Оглавление

Предисловие.....	4
Занятие 1. Среды жизни и экологические факторы	5
Занятие 2. Адаптации организмов к экологическим факторам.....	9
Занятие 3. Жизненные формы и экологические группы организмов..	12
Занятие 4. Экология популяций.....	14
Занятие 5. Пространственная структура популяции	17
Занятие 6. Динамические и демографические показатели популяции ..	21
Занятие 7. Экосистемы и биоценозы	25
Занятие 8. Решение задач с применением закона Линдемана	30
Занятие 9. Решение экологических задач	33
Литература	35

Предисловие

Общая экология – одна из основных учебных дисциплин в системе подготовки специалистов в области географической экологии, охраны природы и рационального использования ее ресурсов.

Цель дисциплины «Общая экология» – формирование у студентов представлений о единстве всех компонентов и элементов окружающей среды, необходимости оптимизации взаимодействия человека и природы. Дисциплина базируется на анализе большого объема разнообразной географической и биологической информации о закономерностях развития географической оболочки и ее геосфер, современных экологических проблем человечества. В ней детально изучается биосфера как специфическая оболочка Земли, последовательно рассматриваются основные закономерности и механизмы устойчивого существования биологических систем разного уровня в условиях динамичной среды. Знания, полученные во время изучения этой дисциплины, будут содействовать повышению уровня экологического образования студентов, осознанному пониманию ими антропогенных и природных процессов и явлений, определяющих экологическое состояние окружающей среды.

Задания к практическим занятиям, представленные в руководстве, включают изучение механизмов адаптации организма к среде и регуляции численности популяций, познание биологического разнообразия и механизмов его поддержания, исследование популяционных и продукционных особенностей различных экологических групп живых организмов, изучение протекающих в биосфере процессов с целью поддержания ее устойчивости.

Практическое руководство адресовано студентам специальности 1–33 01 02 «Геоэкология».

Занятие 1. Среда жизни и экологические факторы

Задание 1. Заполняя таблицы 1–2, охарактеризуйте четыре основные среды жизни организмов. Оценивая степень выраженности показателя среды, используйте следующие градации:

- 0 – отсутствует;
- + – низкий уровень;
- ++ – средний уровень;
- +++ – высокий уровень.

Таблица 1 – Важнейшие показатели основных сред жизни

Показатель	Среда жизни			
	водная	наземно-воздушная	почвенная	тела организмов
Плотность				
Светопроницаемость, освещенность				
Теплопроводность				
Проводимость звука				
Обеспеченность кислородом				
Изменчивость условий среды				

Таблица 2 – Характеристика организмов в основных средах жизни

Требования к организмам	Среда жизни			
	водная	наземно-воздушная	почвенная	тела организмов
Форма, размеры, покровы тела				
Органы и способы передвижения				
Развитие органов чувств				
Защита от неблагоприятных факторов				

Задание 2. Разберите основные экологические факторы и заполните таблицу 3.

Таблица 3 – Группы и примеры экологических факторов

Основные группы экологических факторов	Примеры
Абиогенные:	
Климатические	
Физико-химические	
Орографические	
Эдафические	
Гидрографические	
Биогенные:	
Фитогенные	
Зоогенные	
Микробиогенные	
Антропогенные:	
Прямые	
Косвенные	

Задание 3. Укажите, какое из приведенных ниже определений соответствует понятию: а) хищничество; б) аменсализм; в) мутуализм; г) паразитизм; д) конкуренция; е) квартиранство; ж) нахлебничество; и) нейтрализм; к) сотрапезничество.

1 Особи одного вида поедают особей другого вида.

2 Одни организмы получают от других необходимые питательные вещества и место постоянного или временного обитания.

3 Сожительство особей двух видов не дает ни положительных, ни отрицательных последствий.

4 Одни организмы «доедают» пищу, оставленную другими организмами или потребляют ее одновременно с тем, кто добыл, но в мизерном количестве.

5 Особи одного вида или нескольких видов со сходными потребностями сосуществуют при ограниченных ресурсах, что приводит к снижению жизненных показателей взаимодействующих особей.

6 Совместное взаимовыгодное сосуществование особей двух или более видов.

7 Особи одного вида предоставляют убежища особям другого вида, и это не приносит ни вреда, ни пользы.

8 Особи одного вида не получают ни вреда, ни пользы, однако, осуществляют вредное воздействие на особей другого вида.

9 Особи обоих видов потребляют разные вещества или части одной и той же пищи.

Задание 4. Заполните таблицу 4, используя следующие знаки для обозначения взаимоотношений между видами: (+) – благоприятное влияние; (–) – отрицательное влияние; (0) – нет влияния

Таблица 4 – Типы экологических взаимоотношений

Вид А	Вид Б	Тип взаимоотношений	Пример
–	–		
–	–		
+	+		
+	+		
+	+		
+	–		
+	–		
+	0		
+	0		
+	0		
–	0		
0	0		

Задание 5. Изменение абиотической среды под воздействием живых организмов – важнейший экологический фактор формирования экосистем. Приведите примеры изменения окружающей среды под влиянием организмов на суше, в почве, в воде. Заполните таблицу 5.

Таблица 5 – Изменение среды живыми организмами

Среда	Организмы	Изменение среды
Суша		
Почва		
Вода		

Задание 6. Из предложенного перечня взаимоотношений подберите правильные ответы и заполните таблицу 6: хищничество, симбиоз, аменсализм, внутривидовая конкуренция, межвидовая конкуренция, нахлебничество, паразитизм, протокооперация, мутуализм, сотрапезничество, нейтрализм, сотрудничество, комменсализм.

Таблица 6 – Формы взаимоотношений организмов

Пример взаимоотношений	Тип взаимоотношений
Трава под елью	
Ёж и змея	
Густой подрост сосняка	
Клубеньковые бактерии и клевер	
Львы и гиены	
Рослянка и муха	
Серая и черная крысы	
Среди щупалец медузы цианеи прячутся мальки трески	
Самоизреживание у репейника	
Повилика и крапива	
Лианы и деревья	
Муравьи и тля	
Пчелы и луговые травы	
Два самца оленя борются за территорию	
Белка и лось	
Рыба горчак откладывает икру в мантийную полость двухстворчатых моллюсков	
Акулы и рыбы-прилипалы	
Растения-эпифиты и деревья	
Минога и треска	
Бегемот и египетская цапля	
Самка и самец паука черная вдова	
Термиты и жгутиковые простейшие в их кишечнике	
Ящерица в норке сурка	
Морские желуди на коже китов	
Ящерица в норке сурка	

Вопросы для самоконтроля

- 1 Дайте определение среды с экологической точки зрения.
- 2 Перечислите основные факторы водной среды жизни.
- 3 Охарактеризуйте наземно-воздушную среду жизни.
- 4 Назовите основные характеристики почвенной среды жизни.
- 5 Перечислите основные факторы организменной среды жизни.
- 6 Что означает термин «гетеротипические реакции»?
- 7 Раскройте понятие «антибиотические связи»?

Занятие 2. Адаптации организмов к экологическим факторам

Задание 1. Решите задачу.

Для роста пшеницы нужна температура от 0 °С (нижний предел, минимум) до 42 °С (верхний предел, максимум), для фасоли – от 9 °С до 46 °С, для клена остролистного – от 7 °С до 26 °С, для бактерии сенной палочки – от 5 °С до 57 °С, для туберкулезной бактерии – от 29 °С до 41 °С, для жизни рыжего муравья – от 1,5 °С до 50 °С. Укажите:

а) какие из данных организмов являются stenothermными, какие – eurythermными?

б) для каких организмов из числа перечисленных температура почвы 2 °С и воздуха 2 °С весной будет являться ограничивающим фактором? Почему?

Задание 2. Решите задачу.

Какой из приведенных факторов можно считать лимитирующим (ограничивающим) для организмов в определенных условиях:

а) для травянистых растений в густом лесу: влага, свет, плодородие почвы, pH среды;

б) для темноокрашенных насекомых на меловом субстрате: наличие пищи, температура, влажность, pH среды;

в) для травянистых растений в горах на высоте более 6 км: влага, свет, температура, плодородие субстрата, концентрация углекислого газа;

г) для дождевых червей в песчаных субстратах: температура, влажность, содержание гумуса;

д) для рыб, зимующих в замерзающих водоемах: температура, наличие пищи, содержание кислорода в воде.

Задание 3. В таблице 7 приведены экспериментально определенные диапазоны толерантности (устойчивости) видов пресноводных беспозвоночных животных по отношению к реакции водной среды (pH). Ответьте на вопросы:

1 Какие из них можно назвать эврибионтными по отношению к показателю pH, а какие – стенобионтными?

2 Какая реакция среды является оптимальной для устойчивого существования большинства видов?

3 Подкисление или подщелачивание среды оказывает более негативное влияние на сообщество этих беспозвоночных?

Таблица 7 – Диапазоны толерантности пресноводных беспозвоночных животных к рН

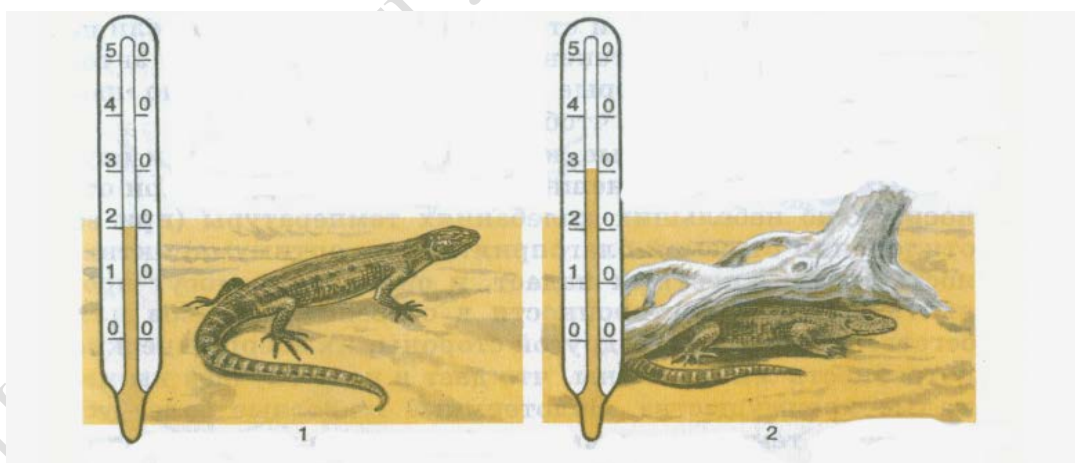
Вид	Группа	Диапазон толерантности к рН
<i>Palmomyia lineata</i>	Мокрецы	2,0–11,0
<i>Asselus aquaticus</i>	Ракообразные	4,5–11,0
<i>Oligotricha striata</i>	Ручейники	4,5–9,0
<i>Euglesa subtruncata</i>	Моллюски	6,0–9,0
<i>Tubifex tubifex</i>	Олигохеты (малощетинковые черви)	6,0–11,0
<i>Helobdella stagnalis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

Задание 4. Решите задачу.

Укажите, какие факторы, на ваш взгляд, могут компенсировать неблагоприятное действие:

- а) низких температур на зимующих птиц;
- б) высоких температур на животных пустыни;
- в) отсутствия дождей на растения;
- г) низкого содержания натрия в кормах на травоядных животных.

Задание 5. Какой тип температурной адаптации проиллюстрирован на рисунке 1? К какой группе организмов относят пустынную ящерицу?



1– утром; 2 – в полдень

Рисунок 1 – Пустынная ящерица [1]

Задание 6. На рисунке 2 изображен график зависимости смертности куколок вредителя плодово-ягодных культур – бабочки яблоневого плодожорки от двух факторов: температуры и влажности.

1 Определите, какой фактор будет ограничивающим в точке с координатами: а) температура + 10 °С; влажность – 100 %; б) температура + 4 °С; влажность – 80 %; в) температура + 40 °С; влажность – 80 %.

2 Укажите диапазон оптимальной для вида: а) температуры; б) влажности.

3 Назовите пределы выносливости вида: а) по температуре; б) по влажности.

4 Укажите, при каких показателях температуры и влажности смертность ничтожна.

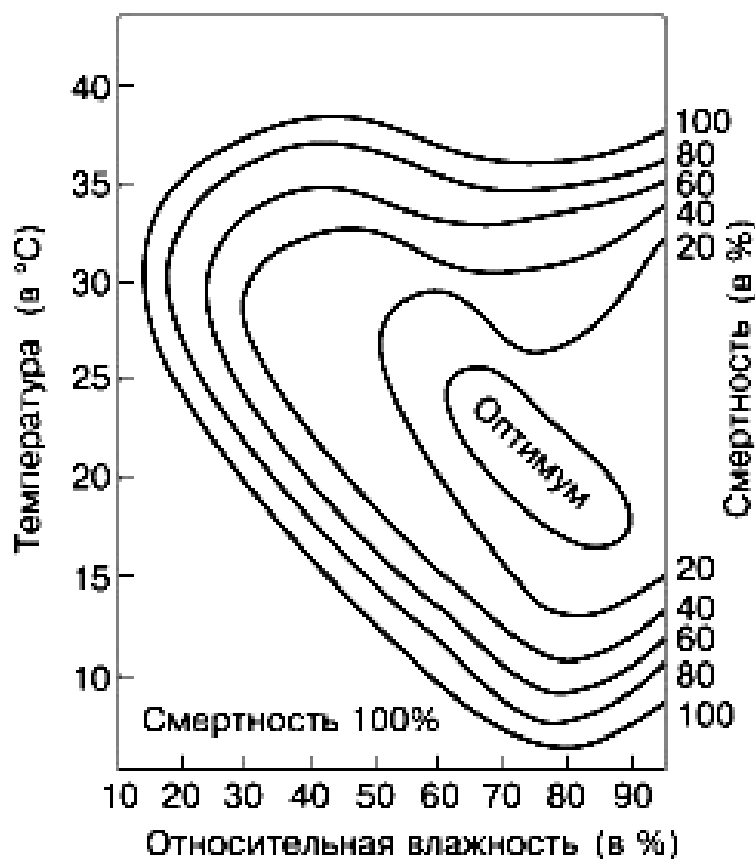


Рисунок 2 – Зависимость смертности куколок бабочки яблоневой плодовой от температуры и влажности [2]

Задание 7. Температурный фактор является одним из наиболее значимых в природе. На рисунке 3 изображен график зависимости численности колорадского жука от температуры окружающей среды.

Укажите:

- а) температуру, оптимальную для данного вида;
- б) пределы выносливости вида;
- в) температуру, ограничивающую жизнедеятельность вида;
- г) диапазон температур для зон угнетения.

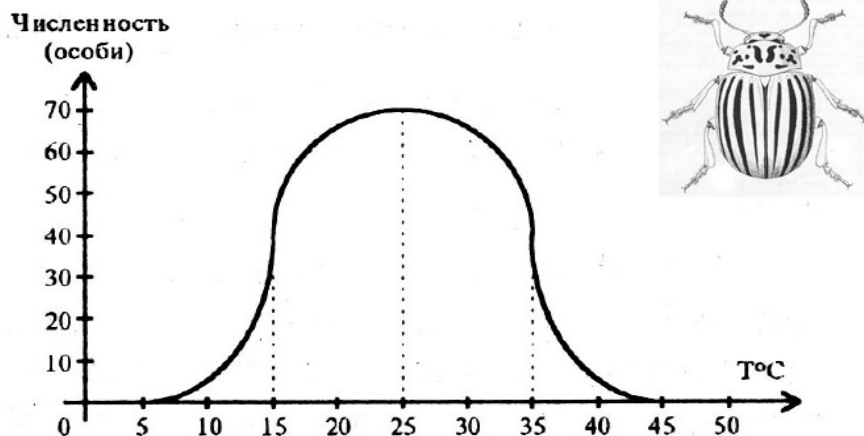


Рисунок 3 – Зависимость численности колорадского жука от температуры [2, с изм.]

Вопросы для самоконтроля

- 1 Сформулируйте закон толерантности.
- 2 Что называется «зоной оптимума»?
- 3 Раскройте смысл приставок стено- и эври-.
- 4 Перечислите основные группы организмов по отношению к влажности.
- 5 Дайте определение понятиям «гелиофиты», «сциофиты», «суккуленты», «склерофиты».
- 6 Раскройте сущность закона Ю. Либиха.

Занятие 3 . Жизненные формы и экологические группы организмов

Задание 1. Из приведенного списка выберите группы растений, имеющих сходную жизненную форму: вереск, малина, сосна, черника, мак, мать-и-мачеха, ландыш, боярышник, лютик, крапива, ясень, хмель, береза, лещина, одуванчик, тюльпан, виноград, брусника, дуб, лук, бузина, василек.

Назовите эту жизненную форму и дополните список своими вариантами растений, записав их другим цветом.

Задание 2. Из приведенного списка выберите группы животных, имеющих сходную жизненную форму: акула, прыгунчик, морская звезда, ласточка, волк, крот европейский, касатка, камбала, слепыш, кенгуру, златокрот, гепард, медведка, сумчатый волк, стриж.

Назовите эту жизненную форму и дополните список своими вариантами животных, записав их другим цветом.

Задание 3. Заполните таблицу 8, используя предложенный список названий животных: дождевой червь, дельфин-белобочка, белка-летяга, тушканчик, горный козел, кенгуру, серая акула, антилопа, крот европейский, тушканчик, сокол-сапсан, тюлень, куница, кальмар, гепард, африканский прыгунчик, лошадь, сумчатая летяга, архар, стрекоза, рыба тунец, летучая мышь, камышовая жаба, сумчатый крот, оса, ящерица летучий дракон.

Таблица 8 – Жизненные формы животных

Виды отношений	Примеры
Плавающие формы:	
чисто водные	
полуводные	
Роющие формы:	
абсолютные землерои	
относительные землерои	
Наземные формы:	
не делающие нор	
делающие норы	
животные скал	
Древесные лазающие формы	
Воздушные формы	

Предложите и внесите в таблицу другие известные Вам названия животных. Запишите их другим цветом.

Задание 4. Укажите знаком «+» в соответствующей графе таблицы 9, какие природные ресурсы среды используют для своей жизнедеятельности растения, животные и грибы.

Таблица 9 – Использование природных ресурсов живыми организмами

Природные ресурсы среды	Растения	Животные	Грибы
Территория			
Растительная пища			
Минеральные вещества			
Животная пища			
Органические остатки			
Солнечный свет			
Тепло			
Вода			
Кислород			
Гумус почвы			

Вопросы для самоконтроля

1 Раскройте термины «жизненная форма» и «экологическая группа». В чем состоит различие между ними?

2 Какие существуют классификации жизненных форм растений? На чем они основаны?

3 Какие существуют классификации жизненных форм животных? На чем они основаны?

4 Перечислите экологические группы гидробионтов.

5 Перечислите экологические группы почвенных организмов.

6 Перечислите экологические группы наземных организмов.

Занятие 4. Экология популяций

Задание 1. Перечислите факторы, которые могут оказывать влияние на рождаемость и смертность в популяциях рыб. Заполните таблицу 10, указывая в графах (+) причины, ускоряющие, а в графах (-) – замедляющие соответствующие процессы.

Таблица 10 – Факторы изменения динамических характеристик популяции

Процесс	Факторы его изменения
Рождаемость (+)	
Рождаемость (-)	
Смертность (+)	
Смертность (-)	

Задание 2. Наблюдения за популяцией дикого голубя [3] позволили установить, что ее плотность в районе составляет 130 особей/га. За период размножения (у голубя раз в году) из одной кладки яиц в среднем выживает 1,3 детеныша. В популяции равное число самцов и самок. Смертность голубя постоянна, в среднем за год погибает 27 % особей.

На основании имеющихся данных определите, как будет меняться плотность популяции голубя в течение пяти ближайших лет. При расчетах отбрасывайте дробную часть числа. Произведя вычисления, заполните

таблицу 11, руководствуясь приведенными ниже примерами расчетов изменения численности за первый год.

$$\text{Рождаемость} = \text{плотность самок} \cdot \text{плодовитость} = \frac{130}{2} \cdot 1,3 = 84 \text{ особи.}$$

$$\text{Смертность} = \text{общая плотность} \cdot \text{удельная смертность} = \frac{130 \cdot 27}{100} = 35 \text{ особей.}$$

Плотность популяции к началу следующего года есть ее плотность к началу данного года плюс рождаемость и минус смертность. Таким образом, к началу второго года плотность популяции составит:

$$130 - 35 + 84 = 179 \text{ особей/га.}$$

Таблица 11 – Результаты вычислений

Показатели популяции голубя	Годы жизни				
	1	2	3	4	5
Плотность	130	179			
Рождаемость	84				
Смертность	35				

Задание 3. Используя данные, полученные в задании 2, постройте график (рисунок 4) динамики плотности (особи/га) популяции голубя (ось Y) по годам жизни (ось X).

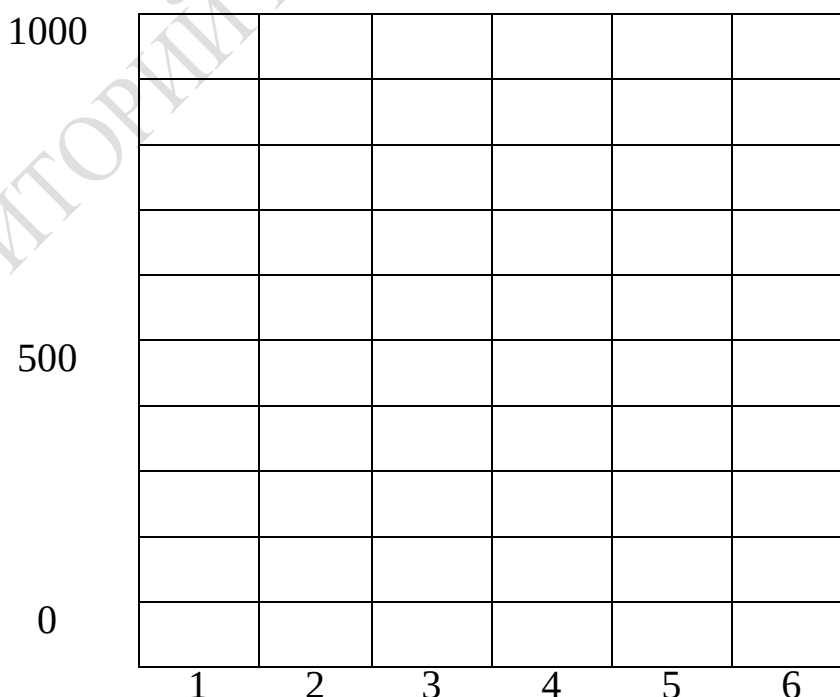


Рисунок 4 – Динамика плотности популяции дикого голубя

Задание 4. Постройте кривую выживания, характеризующую изменения численности группы особей, родившихся одновременно (рисунок 5). Ее начальная численность составляет 1500 особей, а смертность характеризуется следующими величинами: за 1-й год жизни – 35 %; за 2-й год – 30 %; за 3-й год – 25 %. Начиная с 4-го года жизни смертность становится постоянной, ее годовая оценка составляет 20 %. До какого возраста доживут особи этой группы?

На том же графике постройте кривую выживания для случая, когда начиная со второго года, смертность остается постоянной и будет составлять 30 % в год. До какого возраста в этом случае доживут особи?

Численность особей

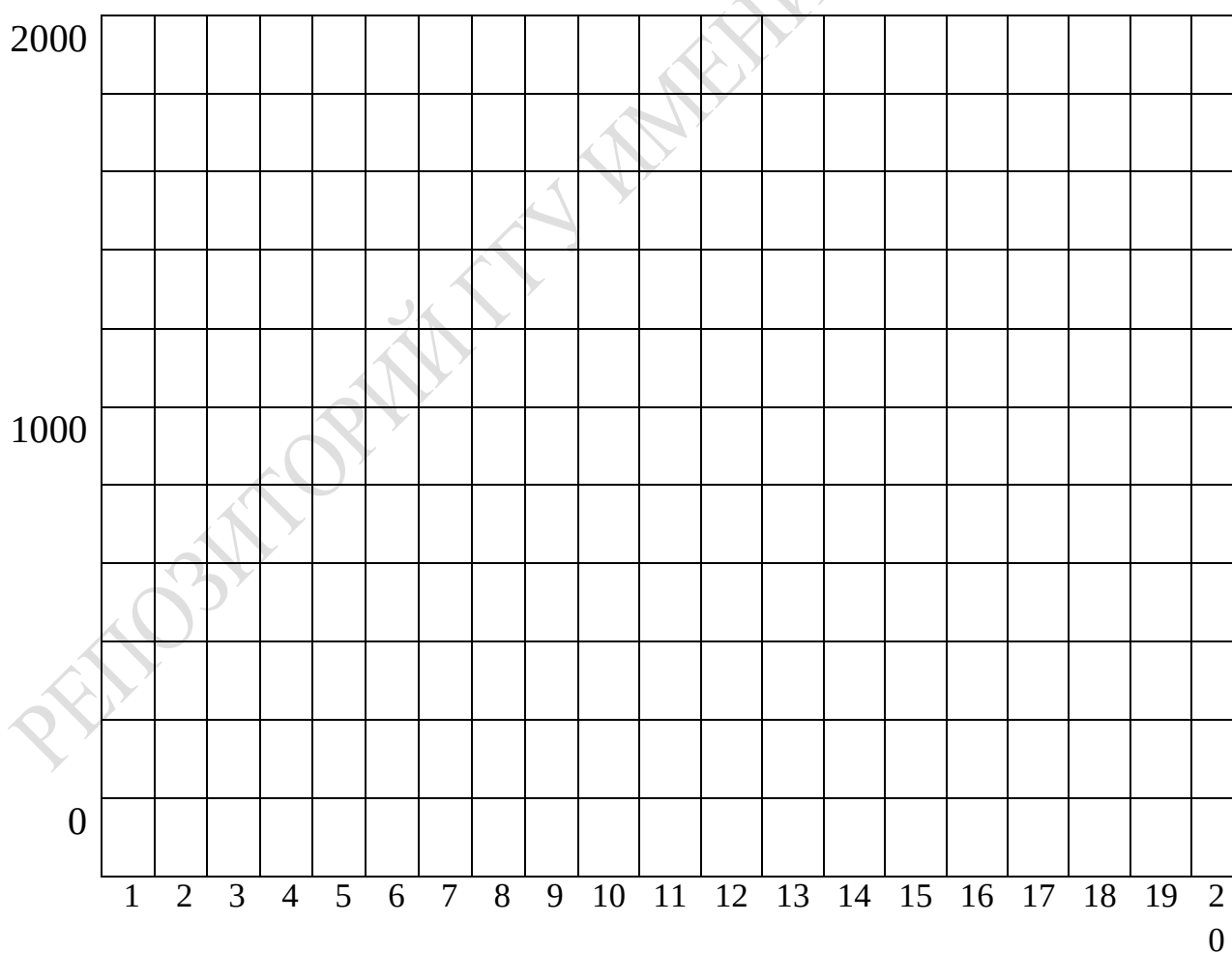


Рисунок 5 – Кривые выживания популяций

Задание 5. В таблице 12 приведены данные по росту численности популяций двух видов после их вселения в новую среду обитания. По этим данным постройте графики роста первой и второй популяций, определите, какой тип роста имеет первая, а какой – вторая популяция?

Таблица 12 – Данные по численности популяций

Время, годы жизни	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Численность популяции 1	2	27	46	88	119	139	146	156	162	164
Численность популяции 2	2	4	7	11	16	26	39	65	100	155

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какие характеристики популяции относятся к статическим?
- 2 Какие характеристики популяции относятся к динамическим?
- 3 Дайте определение понятиям «численность популяции», «плотность популяции». В чем состоит их различие?
- 4 Назовите основные типы смертности и кривых выживания.
- 5 Охарактеризуйте экспоненциальную модель роста популяции.
- 6 Охарактеризуйте логистическую модель роста популяции.
- 7 Перечислите и дайте характеристику основным типам динамики численности популяций.

Занятие 5. Пространственная структура популяции

Плотность популяции – это количество особей или биомассы на единицу площади либо объема. Определяется как среднее арифметическое из всех выборок:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n},$$

где $\bar{X}$ – плотность популяции, ед/км²;

X_i – число особей в выборке;

n – число выборок.

Общая численность организмов в популяции определяется как произведение плотности популяции на площадь ареала:

$$N = \bar{X} \cdot S,$$

где N – численность популяции, особей;

S – площадь ареала, км².

Характер пространственного распределения оценивается по величине дисперсии, характеризующей отклонение значений относительно среднего значения:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{n - 1},$$

где σ^2 – дисперсия.

Если $\sigma^2 = 0$, распределение считают равномерным; при $0 < \sigma^2 \leq \bar{X}$ распределение случайное; если $\sigma^2 > \bar{X}$ распределение групповое (скупенное).

Возрастная структура популяции определяется на основании данных наблюдений по выборкам:

$$N_i = \left(\frac{\sum X}{n} \right) \cdot S,$$

где N_i – общая численность данной возрастной группы;

$\sum X$ – общее число особей этой возрастной группы во всех выборках.

Задание 1. Заполните таблицу 13, определяя, какую этологическую структуру популяции (А – одиночный образ жизни; Б – семья; В – стая; Г – стадо; Д – колония) имеют следующие организмы:

Таблица 13 – Этологическая структура популяций

Организм	Образ жизни	Организм	Образ жизни	Организм	Образ жизни
Паук-крестовик		Олень		Гиена	
Бурый медведь		Щука		Антилопа	
Гепард		Грач		Сурок	
Чайка		Ласточка-береговушка		Сельдь	

Кораллы		Термит		Лев	
Белка		Пингвин		Ворона	
Слон		Бобр		Волк	

Задание 2. 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. Определите тип пространственного распределения популяции суслика по следующим данным (таблица 14):

Таблица 14 – Исходные данные

Номер варианта	Количество площадок				
	не имеющих нор	с одной норой	с двумя норами	с тремя норами	с четырьмя норами
1	60	11	17	9	3
2	48	16	22	10	4
3	40	20	20	15	5
4	36	19	25	15	5
5	45	18	17	14	6
6	42	22	20	10	6
7	19	21	22	18	20
8	35	15	23	17	3
9	46	14	28	8	4
10	20	25	25	18	12

Задание 3. 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 определенное количество раскопок, в которых обнаружено какое-то количество дождевых червей (таблица 15). Определите тип пространственного распределения.

Таблица 15 – Исходные данные

Номер варианта	Количество и номер раскопок										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	25	28	32	21	37	26	24	33	–	–	–
2	23	27	30	25	33	26	29	28	31	–	–
3	24	26	29	29	27	30	26	29	27	30	–
4	28	32	30	29	32	31	33	30	29	28	31
5	22	24	33	28	31	30	29	–	–	–	–
6	23	22	33	25	30	26	27	24	31	35	–

7	22	24	23	23	22	21	22	24	23	–	–
8	19	26	30	25	32	20	29	23	–	–	–
9	30	29	30	25	32	33	30	29	30	31	–
10	17	26	19	33	18	22	26	24	19	20	21

Задание 4. Определите среднюю плотность, численность, характер распределения популяции по территории, возрастную структуру, используя данные таблицы 16 и расчетные формулы. Представьте возрастную структуру в виде диаграмм.

Таблица 16 – Структура популяции японского журавля

Возрастная группа	Число особей (X_i) в выборках (n), ед/км ²										Площадь ареала, S , км ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 1. Структура популяции белого аиста											
Дорепродуктивная	4	5	4	1	9	4	4	4	10	3	20
Репродуктивная	6	2	6	3	6	6	8	10	6	2	
Пострепродуктивная	0	5	0	1	5	0	0	1	2	4	
Вариант 2. Структура популяции воробья домашнего											
Дорепродуктивная	7	0	15	6	0	7	10	12	0	8	25
Репродуктивная	8	2	8	8	12	8	6	8	6	8	
Пострепродуктивная	0	0	2	1	0	0	0	0	4	1	
Вариант 3. Структура популяции воробья лесного											
Дорепродуктивная	5	0	0	6	6	7	10	2	0	5	23,2
Репродуктивная	4	0	8	8	6	8	6	2	1	3	
Пострепродуктивная	1	2	0	1	2	1	2	6	1	3	
Вариант 4 Структура популяции сороки											
Дорепродуктивная	4	0	2	3	6	1	1	4	1	6	45
Репродуктивная	2	2	4	2	6	8	9	2	1	2	
Пострепродуктивная	1	1	0	1	2	0	0	3	0	2	
Вариант 5 Структура популяции белки обыкновенной											
Дорепродуктивная	12	8	6	12	5	0	8	6	8	10	20
Репродуктивная	8	12	14	8	10	14	10	12	8	12	
Пострепродуктивная	4	2	2	0	0	6	4	4	4	0	
Вариант 6 Структура популяции землеройки											
Дорепродуктивная	8	6	6	8	8	3	6	7	6	8	35
Репродуктивная	2	4	4	2	4	2	3	4	4	2	
Пострепродуктивная	0	0	2	0	2	0	1	1	2	2	
Вариант 7 Структура популяции стрижа											
Дорепродуктивная	20	15	16	14	16	14	14	12	25	25	14,2
Репродуктивная	25	15	11	3	25	7	5	12	10	20	
Пострепродуктивная	5	0	3	3	5	2	5	8	5	2	
Вариант 8 Структура популяции зайца-беляка											

Дорепродуктивная	0	0	2	4	0	0	4	0	4	3	20
Репродуктивная	2	6	4	2	6	3	2	2	2	6	
Пострепродуктивная	4	0	2	2	2	2	1	2	2	2	

Окончание таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вариант 9 Структура популяции трясогузки											
Дорепродуктивная	8	8	10	2	4	0	4	6	0	0	25
Репродуктивная	4	3	4	2	6	8	2	2	6	6	
Пострепродуктивная	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	
Вариант 10 Структура популяции бурозубки											
Дорепродуктивная	16	14	10	12	14	2	5	7	4	12	12,6
Репродуктивная	14	13	14	8	6	8	4	6	2	9	
Пострепродуктивная	1	2	2	0	3	0	1	0	0	2	

Вопросы для самоконтроля

- 1 Назовите и нарисуйте типы распределения особей в популяциях.
- 2 При каких условиях наблюдается тот или иной тип распределения?
- 3 Семьи каких типов формируются у животных? Приведите примеры.
- 4 Перечислите отличительные признаки колонии, стаи и стада.
- 5 Как определяется радиус индивидуальной активности у растений?
- 6 Какой тип распределения особей в популяциях наиболее часто встречается в природе?

Занятие 6. Динамические и демографические показатели популяции

Задание 1. Возрастная структура популяции. 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 возрастные пирамиды популяции (по относительному количеству). Изменилась ли возрастная структура популяции? Какова смертность молодых особей за этот период?

Задание 2. Половая структура популяции. На рисунке 6 показано процентное соотношение численности половозрелых самцов и самок различного возраста в популяции травяной лягушки. Изучив рисунок, сравните

скорость полового созревания самцов и самок. Объясните различия в соотношении полов половозрелых особей разных возрастов. В каком возрасте, преимущественно, особи травяной лягушки достигают половой зрелости?

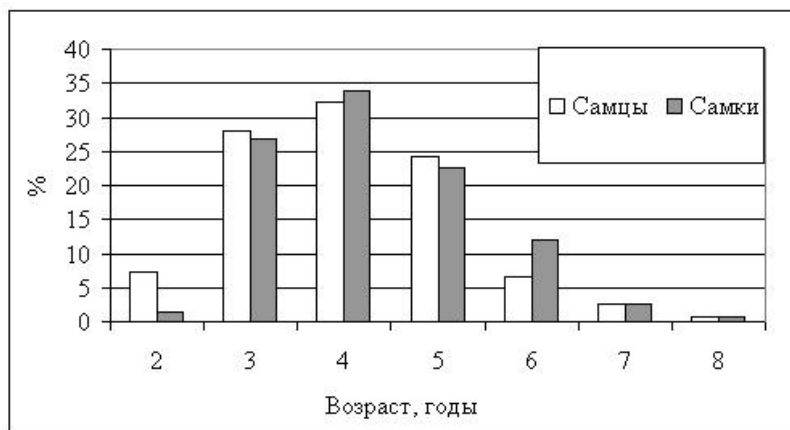


Рисунок 6 – Соотношение половозрелых самцов и самок разных возрастов в популяции травяной лягушки [4, с. 30]

Задание 3. Возрастно-половые пирамиды. Построить возрастно-половую пирамиду на основе следующих данных о возрастно-половом составе населения области (таблица 17).

Таблица 17 – Возрастно-половой состав населения области

Возраст, лет	Все население, тыс. чел.	Мужчины, тыс. чел.	Женщины, тыс. чел.
0–4	47,5	24,6	22,9
5–9	54,3	28,0	26,3
10–14	82,3	42,4	39,9
15–19	96,6	47,0	49,6
20–24	81,1	39,5	41,7
25–29	82,0	40,8	41,2
30–34	79,8	39,7	40,0
35–39	85,8	42,2	43,6
40–44	107,9	53,0	54,9
45–49	98,8	48,0	50,8
50–54	86,3	40,7	45,6
55–59	44,7	19,5	25,2
60–64	78,8	31,8	47,0
65–69	60,4	23,5	36,9
70–74	60,0	20,8	39,2
75–79	39,2	10,1	29,2
80–84	15,6	2,9	12,7
85 и более	11,9	1,6	10,3

Итого:	1213,4	556,3	657,2
---------------	---------------	--------------	--------------

Для расчета структуры населения *по полу* (для мужчин и женщин отдельно) необходимо последовательно разделить численность мужского (женского) населения в каждом возрасте на общую численность населения в каждом возрасте.

$$\text{Например: } \frac{24,6}{47,5} \cdot 100 = 51,8 \% \text{ (в возрасте 0–4 года).}$$

Для расчета структуры населения *по возрасту* (для мужчин и женщин отдельно) необходимо последовательно разделить численность мужского (женского) населения в каждом возрасте на общую численность населения мужского (женского) населения.

$$\text{Например: } \frac{24,6}{556,3} \cdot 100 = 4,4 \%.$$

Расчеты занести в таблицу 18.

Для построения возрастно-половой пирамиды по оси Х откладывается структура населения по возрасту (два последние столбца таблицы), по оси Y – возраст.

Таблица 18 – Результаты вычислений

В том числе в возрасте, лет	Структура населения по полу		Структура населения по возрасту	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
0-4	51,8		4,4	
.....				
Итого:			100,0	100,0

Задание 4. Возрастная структура популяции. В лесоводстве принято выделять следующие возрастные группы деревьев: *p* – всходы; *j* – ювенильные особи; *im* – имматурные особи; *v* – виргильные особи; *g* – генеративные особи; *s* – сенильные особи. В таблице 19 приведены данные о возрастном составе популяций древесных видов в заповедном участке «Лесна-Ворскле».

Проанализируйте возрастную структуру популяций. Какие из них, можно назвать инвазионными (растущими), какие – регрессивными (вымирающими), какие – нормальными (относительно равномерно представ-

лены все возрастные группы)? Сделайте выводы об устойчивости существования популяций древесных видов на данном заповедном участке.

Таблица 19 – Численность особей различных возрастных групп популяций древесных видов заповедного участка, шт./га [5, с. 8–9]

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	–	–

Задание 5. Прирост популяции. Емкость среды (K) для популяции обыкновенной белки составляет 7 000 особей [6]. Соотношение мужских и женских особей в популяции составляет 1:1. Максимальная численность выводков обыкновенной белки – 7 детенышей (при $N = K/2$), минимальная – 3 детеныша (при $5\,000 \leq N < 7\,000$), 5 детенышей (при $3\,500 \leq N < 5\,000$). При численности популяции меньше K и больше $0,5 K$ размножаются 50 % особей. Смертность популяции (d) составляет при $N < 1250$ $d = 5\%$, при $1250 \leq N < 3\,500$ $d = 25\%$, при $3\,500 \leq N < 5\,000$ $d = 50\%$, при $5\,000 \leq N < 7\,000$ $d = 75\%$.

Определить абсолютный и удельный (на 1 особь) прирост популяции при ее численности (N):

а) 1 000 особей; б) 2 000 особей; в) 3 000 особей; г) 4 000 особей; д) 5 000 особей; е) 7 000 особей.

При достижении какой численности популяции прирост ее «перекрывается» смертностью?

Задание 6. Выживаемость особей в популяции. В таблице 20 [4] приведены данные о выживании ускононого ракообразного *Balanus glandula*. На основании этих данных постройте кривую выживания вида. В каком возрасте выживаемость данного вида максимальна? Рассчитайте среднюю продолжительность жизни особей.

Таблица 20 – Выживаемость *Balanus glandula* в зависимости от возраста

Возраст, годы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Число живых особей	142	62	34	20	16	11	7	2	2	0

Задание 7. Кривые выживания. Приводимые ниже средние цифры относятся к нерке – рыбе из семейства лососевых, обитающей в реках Канады.

Осенью каждая самка откладывает 3 200 икринок на гравий в мелких местах. Следующей весной 640 мальков, выведшихся из отложенной икры, выходят в озеро вблизи отмели. Уцелевшие 64 серебрянки (мальки постарше) живут в озере один год, а затем мигрируют в море. Две взрослые рыбы (уцелевшие из числа серебрянок) возвращаются к местам нереста спустя 2,5 года. Они нерестятся и умирают.

Подсчитайте процент смертности для нерки в каждом из следующих периодов:

- а) от откладки икры до переселения мальков в озеро спустя 6 месяцев;
- б) за 12 месяцев жизни в озере;
- в) за 30 месяцев от выхода из озера до возвращения к местам нереста.

Нарисуйте кривую выживания нерки в этой водной экосистеме (зависимость процента выживших особей от возраста). Какова величина дорепродуктивной смертности среди этих лососевых?

Вопросы для самоконтроля

1 Что означают термины «абсолютная рождаемость», «абсолютная смертность»?

2 Что означают термины «удельная рождаемость», «удельная смертность»?

3 Охарактеризуйте типы динамики численности популяции.

4 Дайте определение емкости среды.

5 Кривая какого типа характеризует первый тип смертности популяции? Приведите примеры.

6 Кривая какого типа характеризует второй тип смертности популяции? Приведите примеры.

7 Кривая какого типа характеризует третий тип смертности популяции? Приведите примеры.

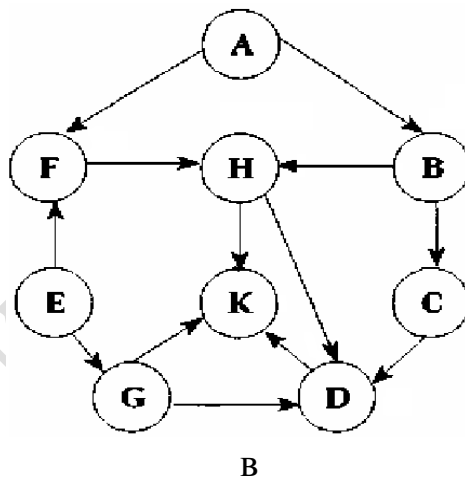
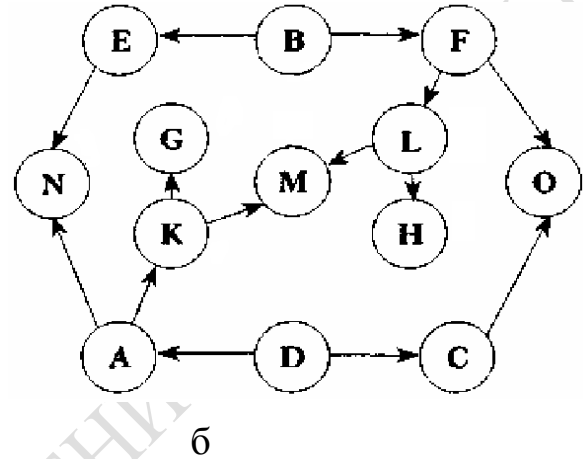
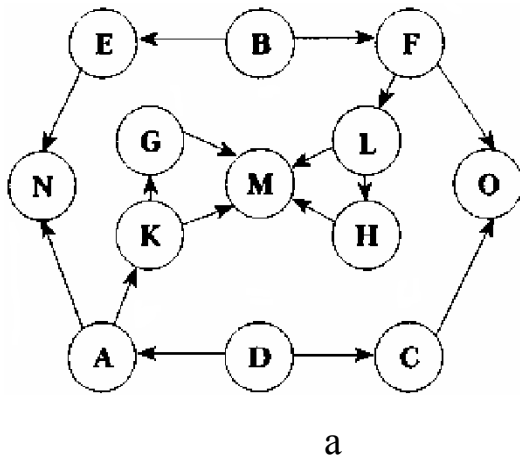
Занятие. 7 Экосистемы и биоценозы

Задание 1. Перечислены несколько видов организмов: лягушка травяная, головастик лягушки, жук плавунец, личинка плавунца, комар самец, комар самка, хламидомонада, жук-могильщик, эвглена зеленая, гнилостная бактерия, божья коровка, одуванчик, наездник-афелинус, инфузо-

рия туфелька, дождевой червь, молочнокислые бактерии, гриб мукор, гриб пеницилл, нитрифицирующие бактерии, сова, тля, морская звезда.

Определить: а) какие из них относятся к продуцентам в своем биоценозе; б) какие к фитофагам; в) какие к консументам; г) какие к деструкторам.

Задание 2. Изображенные на рисунке 7 пищевые сети не содержат паразитов и редуцентов и отражают трофические связи между различными видами (А-О). Какими буквами на схеме обозначены:



а – варианты 1, 5, 9, 12, 13; б – варианты 2, 3;
в – варианты 4, 6, 7, 8, 10, 11, 14, 15

Рисунок 7 – Схемы пищевых сетей

- а) для варианта 1: I – растительные организмы; II – продуценты?
б) для варианта 2: I – консументы второго порядка; II – консументы третьего порядка?
в) для варианта 3: I – консументы второго порядка; II – продуценты?
г) для варианта 4: I – хищники; II – консументы первого порядка?
д) для варианта 5: I – консументы третьего порядка; II – растительно-ядные?

- е) для варианта 6: I – организмы-потребители; II – организмы-производители?
- ж) для варианта 7: I – хищники; II – консументы первого порядка?
- и) для варианта 8: I – консументы первого порядка; II – продуценты?
- к) для варианта 9: I – консументы первого порядка; II – консументы второго порядка?
- л) для варианта 10: I – хищники; II – продуценты?
- м) для варианта 11: I – консументы первого порядка; II – организмы-производители?
- н) для варианта 12: I – консументы второго порядка; II – растительноядные организмы?
- п) для варианта 13: I – консументы третьего порядка; II – растительноядные организмы?
- р) для варианта 14: I – хищники; II – растительноядные организмы?
- с) для варианта 15: I – организмы-потребители; II – продуценты?

Задание 3. Жгутиковые простейшие *Leptomonas* паразитируют на мелких насекомых, тысячи их могут быть найдены в одной блохе. Постройте пирамиду численности на основе следующей пищевой цепи: трава – травоядное млекопитающее – блоха – *Leptomonas*.

Задание 4. На рисунке 8 [7] показаны потоки энергии, проходящей через небольшую часть луговой экосистемы.

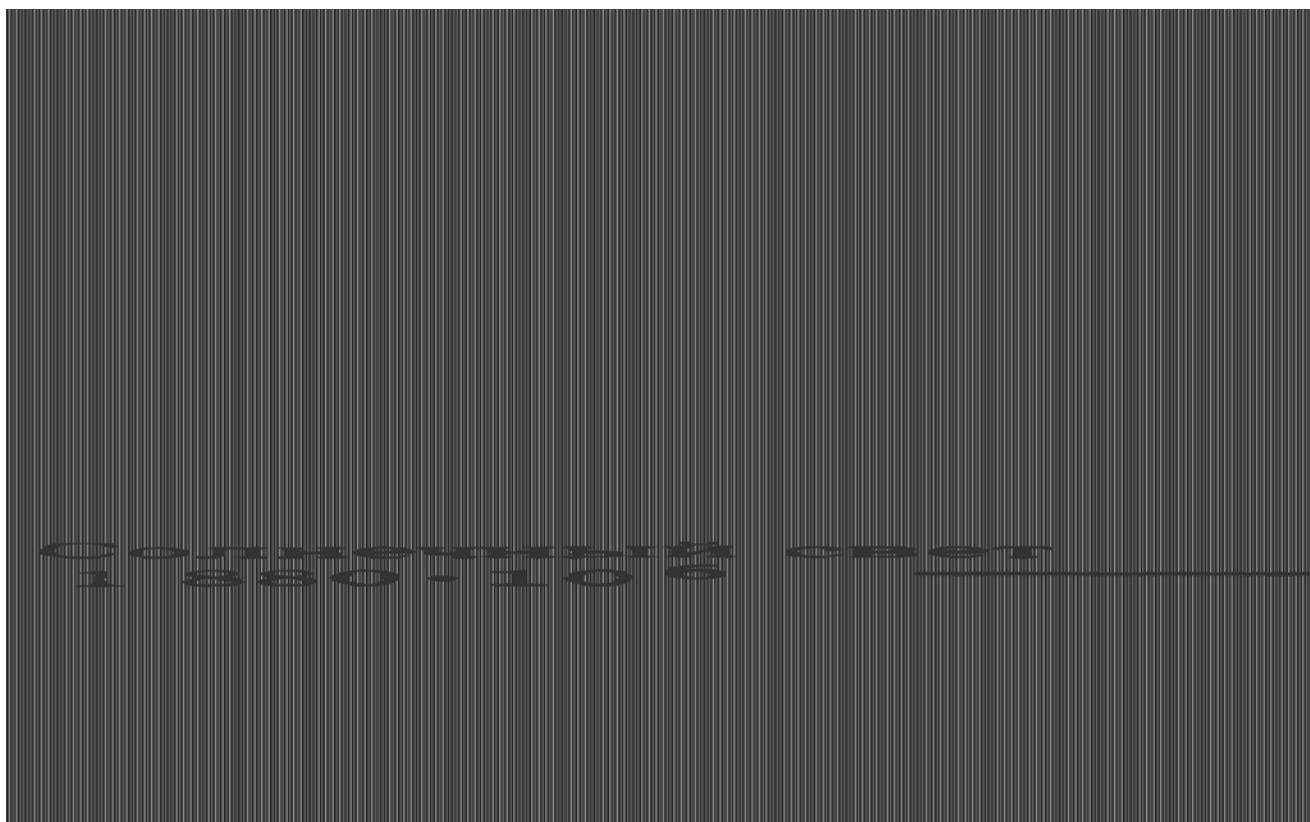


Рисунок 8 – Поток энергии через небольшую часть луговой экосистемы (кДж / (м² · год))

Необходимо определить: а) валовую первичную продукцию злаков и разнотравья; б) эффективность фотосинтеза, т. е. преобразования поступающей солнечной энергии в валовую продукцию; в) продукцию паугообразных, саранчовых; г) сколько энергии теряется при дыхании и выделении фекалий у полевых мышей; д) какие организмы являются: продуцентами; первичными консументами; вторичными консументами; автотрофами; гетеротрофами.

Задание 5. Для экосистем, указанных в таблице 21, рассчитать чистую первичную продукцию, продуктивность сообщества и определить эффективность их образования. Сравнить экосистемы. Какие сообщества являются стабильными?

Таблица 21 – Годовая продукция в экосистемах

Показатели потока энергии в экосистемах	Экосистемы					
	поле- люцер- ны	посад- ки сосны	сосно- вый лес	боль- шой ручей	дож- девой лес	прибреж- ный пролив
Валовая первичная про-	24 400	12 200	11 500	20 800	45 000	5 700

продукция, ккал/ м ² в год						
Дыхание автотрофов, ккал/ м ² в год	9 200	4 700	6 500	12 000	32 000	3 200
Дыхание гетеротрофов, ккал/ м ² в год	800	4 600	3 000	6 800	13 000	2 500
Чистая первичная продукция, ккал/ м ² в год						
Эффективность ее образования, %						
Вторичная продукция						
Эффективность ее образования, %						

Задание 6. На основании рисунка 9 определите: а) эффективность фотосинтеза; б) эффективность образования ЧПП; в) эффективность образования продукции: травоядных, первичных и вторичных хищников; г) траты на дыхание и энергию неусвоенной пищи травоядных, первичных и вторичных хищников.

Задание 7. В чем состоит отличие экосистемы от биогеоценоза? Ответ обоснуйте. Из предложенного перечня выберите экосистемы, биогеоценозы: река, лес, капля воды, дерево с населяющими его животными, лужа, скала, покрытая лишайником, пустыня, аквариум, пенёк, покрытый мхом, озеро, луг, огород.

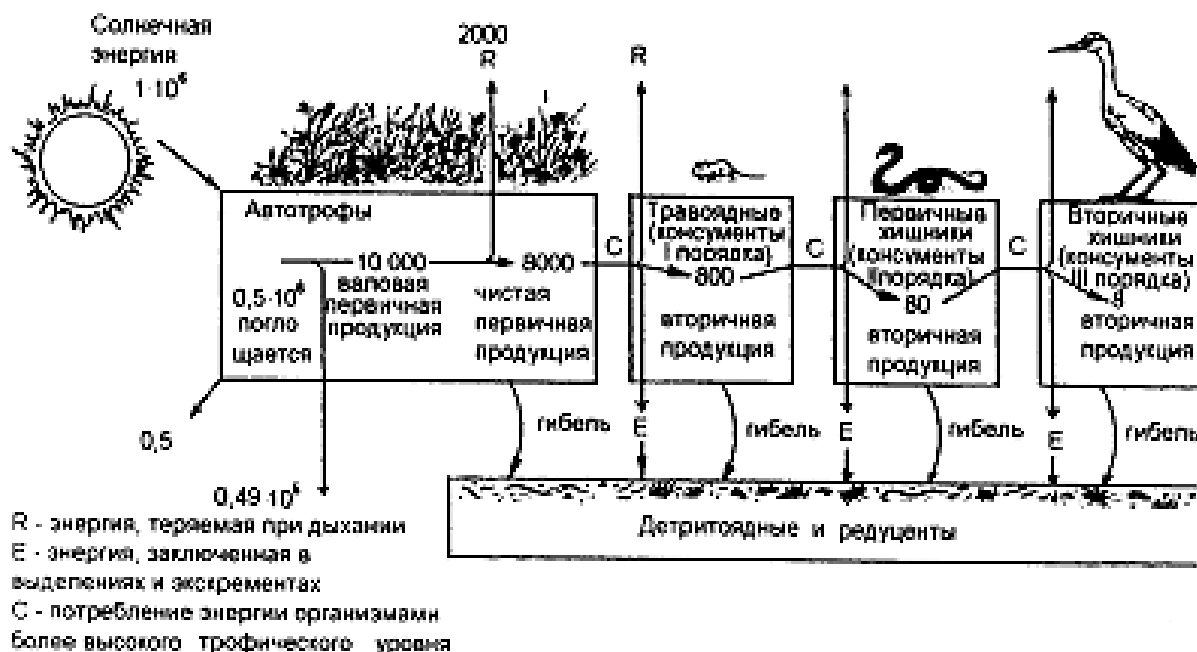


Рисунок 9 – Поток энергии через пастбищную

пищевую цепь ($\text{кДж} / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$)

Вопросы для самоконтроля

- 1 Перечислите составляющие биоценоза.
- 2 Что означают термины «экосистема», «биогеоценоз»? Назовите отличия между ними. Приведите примеры.
- 3 Чем выражена пространственная структура биоценоза?
- 4 Чем выражена видовая структура биоценоза?
- 5 Назовите наиболее распространенную классификацию экосистем. Приведите примеры.
- 6 Перечислите классификацию взаимоотношений организмов в биоценозах по В. Н. Беклемишеву. Приведите примеры.
- 7 Назовите типы пищевых цепей. Приведите примеры.
- 8 Какие типы экологических пирамид существуют? Назовите их различия.
- 9 По каким принципам строятся экологические пирамиды?
- 10 Дайте определения терминам «продуктивность», «продукция», «вторичная продукция», «ЧПП», «ВПП».

Занятие 8. Решение задач с применением закона Линдемана

Задание 1. Решите задачу.

Биомасса сухого сена с 1 м^2 луга составляет 200 г, а с 1 м^2 вико-овсяного поля – 500 г. Пользуясь законом экологической пирамиды, определите какая площадь (в га) луга и поля необходима для того, чтобы прокормить в течение года одного человека массой X кг (63 % от веса тела составляет вода) при цепи питания трава – корова – человек.

Задание 2. Пользуясь данными таблицы 22 и законом экологической пирамиды, определите какая площадь (в га) соответствующего биоценоза может выкормить одну особь последнего звена в цепи питания, учитывая, что 60 % массы тела составляет вода.

Таблица 22 – Биологическая продуктивность некоторых биоценозов (масса сухого вещества, $\text{г}/\text{м}^2$ в год)

Организмы или их продукция	Название биоценоза	Продуктивность
Планктон	Водоем любого типа	600
Рыба (все дикие виды)	Водоем любого типа	15
Карп (разводимый)	Рыбоводческий пруд	150
Наземная растительность	Луг, поле, роща	200
Водная растительность	Водоем любого типа	1000
Опавшие листья	Лиственный лес	400
Древесина деревьев	Лиственный лес	500
Древесина деревьев	Тропический лес	1300
Почвенная фауна	Лиственный лес	100
Почвенные простейшие	Лиственный лес	10

- а) планктон – синий кит (живая масса 100 т);
б) планктон – рыбы – тюлень (300 кг);
в) нехищная рыба – хищная рыба – рыбаодные птицы (кайра, баклан) – орлан-белохвост (5 кг);
г) почвенная фауна – крот – лиса (9 кг);
д) древесина деревьев (лиственный лес) – жук-усач – насекомоядная птица – хищная птица – рысь (18 кг);
е) травянистые растения – заяц – волк (50 кг);
ж) водные растения – моллюски – карп (3 кг);
и) опавшие листья – дождевой червь – полевая мышь – лиса (8 кг);
к) карп – человек (75 кг).

Задание 3. На картофельном поле площадью 20 га живут колорадские жуки. Биомасса картофеля на 1 га равна 1 000 кг. На основании закона Линдемана определите, какое максимальное количество колорадских жуков может населять данное поле. Вес одного жука – 0,2 г.

Задание 4. Слон весом 2 100 кг питается травами и кустарниками. Травы составляют 85 % рациона, кустарники – 15 %, усвояемость трав составляет 30 %, листьев кустарников – 40 %. Рассчитать, используя закон Линдемана, количество кормов, поступающих в детритную цепь копрофагов при питании слона.

Задание 5. Экологическая пирамида состоит из следующих трофических уровней, которые перечислены в случайном порядке: ястреб, дождевой червь, дрозд, листовая подстилка. В цепь вовлечено 8 000 кг листовой подстилки. Рассчитайте, какой будет масса (кг) дроздов, входящих в данную цепь питания, если известно, что при переходе с одного трофического уровня на другой безвозвратно теряется 90 % энергии и отсутствуют другие источники питания.

Задание 6. Масса всех продуцентов в лесу 10 000 т. Один килограмм фитомассы содержит 800 ккал энергии. Определите, какое максимальное количество хищников второго порядка может прокормиться в данной экосистеме, если их средняя масса 10 кг, а в 100 г их тела содержится 900 ккал энергии?

Задание 7. Для развития одной мыши требуется не менее 1 кг растительной пищи. Рыси могут съесть до 1 % популяции (в среднем каждая особь съедает по 400 грызунов в год). Какое максимальное количество рысей сможет выжить в сообществе с фитомассой 4 000 т, где мыши используют в пищу 2 % фитомассы и являются основной пищи для рысей?

Задания для самостоятельного решения

1 На небольшом острове существует тесная взаимосвязь между различными организмами пяти трофических уровней. Единственным источником энергии является солнечный свет с суммарной годовой энергией 6×10^7 кДж. КПД фотосинтеза 1,5 %. Определите, какое количество паразитов хищников второго порядка данного сообщества может прокормиться, если масса каждого из паразитов составляет 0,5 г, а на 1 кг их массы приходится 6×10^3 кДж энергии?

2 Лисица весом 10 кг питается мышевидными грызунами (90 %) и землеройками (10 %). Мышевидные грызуны питаются семенами и травянистой растительностью. Землеройки поедают растительных насекомых и дождевых червей. Определите, используя правило экологической пирамиды, какое количество пищи со всех трофических уровней поступает в детритную цепь для питания жуков-навозников.

3 Продуктивность наземных растений составляет 200 г/м^2 , их калорийность – 60 ккал/100 г. Какое количество энергии (в ккал) получит последнее звено в цепи питания: растения – кузнечики – лягушки – ужи – орел? Какая площадь луга (в га) необходима для того, чтобы прокормить орла массой 6 кг, 70 % из которой составляет вода.

4 На лугу может прокормиться 50 овец со средней массой 30 кг. В 1 кг их тела содержится 750 ккал энергии. Определите массу растений (в тоннах), поедаемых овцами, если известно, что в 1 кг растительной пищи содержится 1 100 ккал. (Процесс трансформации энергии протекает в соответствии с правилом Линдемана).

5 В сосновом лесу общий запас древесины составляет 7×10^8 кг. Одна личинка соснового усача потребляет 60 г древесины. Примерно в 15 % личинок данного жука развиваются наездники – эфиальты (в одной личинке развивается один наездник). Какое максимальное количество эфиальтов может сформироваться в сосновом лесу, если усачам для питания доступно только 0,02 % древесины?

Вопросы для самоконтроля

- 1 Сформулируйте закон Линдемана. Изобразите его схематически.
- 2 Сформулируйте следствие закона Линдемана – правило 10 %. В чем его экологический смысл?
- 3 Объясните связь между пирамидой энергий и законом сохранения энергии.
- 4 Обычно цепи питания не бывают слишком длинными и состоят из 3–5 звеньев. Объясните этот факт, используя знание закона экологической пирамиды.
- 5 Пирамида энергий обращена вершиной вверх. Может ли, и если может, то в каких случаях, пирамида энергий быть обращенной вершиной вниз? Ответ объясните.
- 6 Выпадение какого звена (старые дуплистые деревья, насекомые-вредители, насекомоядные птицы, хищные птицы, хищные млекопитающие) может привести к серьезным последствиям для экосистемы леса? Ответ обоснуйте.
- 7 Если в лесу на площади 1 га взвесить отдельно все растения, всех насекомых и всех позвоночных (земноводных, пресмыкающихся, птиц, млекопитающих) вместе взятых, то представители какой группы суммарно будут весить больше всего? Меньше всего? Ответ обоснуйте.

Занятие 9. Решение экологических задач

Задание 1. В применяемом инсектициде действующее вещество «Х» составляет 20 %, а наполнитель – 80 %. Инсектицид используется в концентрации 0,01 г на 1 литр рабочего раствора. Расход рабочего раствора 10 литров на 1 гектар. На кормовых травах остается 20 % инсектицида. Продуктивность кормовых трав составляет 1 000 кг/га, рацион коровы составляет 10 кг в сутки, суточный удой коровы составляет 10 литров. В молоко переходит 50 % инсектицида. Определите величину концентрации

действующего вещества «Х» в молоке и определите превышает ли она ПДК по действующему веществу которая составляет $0,02 \text{ мг/дм}^3$.

Задание 2. Для уничтожения сорняков на овсяном поле площадью 30 га был применен пестицид. Расход его составил 5 кг. В растения переходит 55 % пестицида. Продуктивность овса – $2\,500 \text{ кг/га}$. В день лошадь массой 400 кг съедает 6 кг овса. При этом в организм лошади поступает 50 % пестицида от его содержания в овсе. Определите возможность использования овса в качестве корма, если допустимое содержание пестицида в теле лошади – $0,2 \text{ мг/кг}$ веса.

Задание 3. Для уничтожения синезеленых водорослей с целью подавления цветения воды водоема был применен альгицид. Концентрация его в воде водоема составила $0,4 \text{ мг/дм}^3$. При питье воды из водоема (ежедневно по 10 л) в организм коровы переходит 45 % альгицида от его содержания в воде. Ежедневный удой коровы – 20 л, в молоко переходит 50 % альгицида, поступившего в организм коровы с водой. Определите концентрацию вещества в молоке и обоснуйте возможность использования воды данного водоема для водопоя скота, если содержание альгицида в молоке не должно превышать $0,01 \text{ мг/дм}^3$.

Задание 4. Пастбище площадью 25 га обработано инсектицидом (7 кг). На растениях осталось 40 % инсектицида. Корова массой 330 кг съедает 50 кг травы, продуктивность которой составляет 200 г/м^2 . В организм коровы поступает 55 % инсектицида от его содержания в корме. Содержание инсектицида в теле коровы не должно превышать $0,02 \text{ мг/кг}$ массы. Скорость распада инсектицида составляет 10 % в день. Определите, на сколько дней следует ограничить доступ животных на пастбище.

Задание 5. На вико-овсяном поле площадью 50 га был применен инсектицид (10 кг). На растениях осталось 35 % инсектицида. Кормовые травы используются для заготовки сена, в которое переходит 40 % инсектицида. Продуктивность сена составляет 500 г/м^2 . В ежедневный рацион коровы массой 350 кг входит 6 кг сена, при этом в организм поступает 50 % инсектицида от его содержания в корме. Определите возможность использования сена в качестве корма, если допустимое содержание инсектицида в теле коровы – $0,05 \text{ мг/кг}$ массы.

Задания для самостоятельного решения

1 Лесной массив площадью 1100 га обработан инсектицидом «А»,

распыляемым с самолета в форме дуста, содержащего 10 % инсектицида «А». Расход дуста составил 110 кг. На хвое и ветвях остается 40 % дуста, на траве – 20 %. Лось весом 500 кг съедает 50 кг корма, в котором ветви и хвоя составляют 80 %, травянистая растительность – 20 %. Продуктивность веточного корма составляет 10 г/м², травянистого – 100 г/м². В тело лося из корма переходит 50 % инсектицида «А», ПДК инсектицида «А» в теле лося не должно превышать 1 мг на кг веса. Скорость распада инсектицида составляет 10 % в день. Определите, на сколько дней следует ограничить доступ лося в данный лесной массив.

Вопросы для самоконтроля

1 Тяжелые металлы накапливаются в водной экосистеме по правилу экологической пирамиды. Концентрация тяжелого металла в воде составляет 0,0014 мг/дм³, при накоплении водорослями увеличивается в них в 95 раз. Исходя из цепи питания: фитопланктон – дафнии – мальки – окунь – щука, определите во сколько раз концентрация тяжелого металла в организме щуки выше по сравнению с водой.

2 Постройте экологическую пирамиду массы, исходя из следующей пищевой цепи: водоросли – планктон – щука – человек. Определите, какая масса водорослей необходима для того, чтобы масса человека увеличилась на 5 кг.

Литература

- 1 Ильиных, И. А. Общая экология : учебно-методический комплекс / И. А. Ильиных. – Горно-Алтайск : РИО ГАГУ, 2009. – 101 с.
- 2 Барановская, Н. В. Практикум по общей экологии: учеб. / Н. В. Барановская, М. П. Чубик. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 38 с.
- 3 Алехина, Г. П. Экология и рациональное природопользование : методические указания к практическим занятиям / Г. П. Алехина. – Оренбург, 2001. – 31 с.
- 4 Практикум по экологии (для технических вузов): учеб. пособие / А. Н. Вторушина [и др.]. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 187 с.
- 5 Мусатова, О. В. Популяционная экология : методические материалы к лабораторному практикуму / О. В. Мусатова, В. Я. Кузьменко. – Витебск : ВГУ им. П.М. Машерова, 2012. – 44 с.
- 6 Ибрагимова, К. К. Экология и рациональное природопользование / К. К. Ибрагимова, Т. Ш. Леонова. – Казань : Казан. ун-т, 2014. – 63 с.
- 7 Грин, Н. Биология : в 3 т. / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. – М. : Мир, 1990. – Т. 1. – 325 с.
- 8 Задачи по биологии: Задачник / сост. Т. Г. Рысьева С. В. Дедюхин, Ю. А. Тюлькин. – 2-е изд., перераб и доп. / Ижевск : Издательство «Удмуртский университет», 2010. – 157 с.

Производственно-практическое издание

Ковалева Оксана Владимировна

Общая экология

Практическое руководство

Редактор *В. И. Шкредова*

Корректор *В. В. Калугина*

Подписано в печать 01.09.2016. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 2,1.

Уч.-изд. л. 2,3. Тираж 25 экз. Заказ 471.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования

«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/87 от 18.11.2013.

Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013.

Ул. Советская, 104, 246019, Гомель.