

М.Н. Коновалов

ЭКОЛОГИЯ:

**ВОПРОСЫ, ЗАДАНИЯ, ТЕСТЫ
ПРАКТИКУМ**



Учебное пособие

ISBN 978-5-4217-0026-5



Курганский
государственный
университет



РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР
43-38-36

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

М.Н. Коновалов

**ЭКОЛОГИЯ:
ВОПРОСЫ, ЗАДАНИЯ, ТЕСТЫ**

Учебное пособие

Курган 2010

УДК 504 (075.8)
ББК 20.1я73
К 64

Рецензенты

канд. биол. наук, доцент кафедры экологии биологического факультета Сургутского государственного университета ХМАО-Югры **С.Н. Русак**;

канд. биол. наук, зав. кафедрой естественнонаучных дисциплин с методикой преподавания Шадринского государственного педагогического института **Н.В. Шарыпова**.

Печатается по решению методического совета Курганского государственного университета.

К 64 Коновалов, М.Н. Экология: вопросы, задания, тесты: учебное пособие / М.Н. Коновалов. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2010. –68 с.

Учебное пособие охватывает основные разделы дисциплины «Экология» и может использоваться при проведении практических занятий.

Предназначено для студентов вузов, обучающихся по экологическим специальностям, в том числе по специальности «Безопасность жизнедеятельности в техносфере». Может быть использовано преподавателями и учащимися средних учебных заведений с углубленным изучением биологии, экологии и географии.

Рис. – 14, библиограф. – 33 назв.

ISBN 978-5-4217-0031-9

© Курганский
государственный
университет, 2010
© Коновалов М.Н., 2010

Введение

Целью дисциплины «Экология» является изучение основ взаимодействия живых организмов между собой и с окружающей средой, влияния хозяйственной деятельности человека на экосистемы.

Экология, зародившаяся как одно из направлений биологии, уже давно вышла за рамки чисто биологической науки, хотя и входит в цикл естественнонаучных дисциплин. Современная экология трактуется как междисциплинарная область знаний об устройстве и функционировании многоуровневых систем в природе и обществе в их взаимосвязи. Поэтому в программе курса наряду с фундаментальными основами общей экологии значительное место уделено ее прикладным аспектам, методам и средствам практической реализации новой стратегии взаимодействия человека и природы – экологически ориентированного развития.

Курс «Экология» включает в себя следующие виды занятий: лекции, практические и лабораторные занятия и самостоятельную работу студентов (подготовка к лабораторным, практическим занятиям, экзамену, изучение некоторых разделов теоретического курса, выполнение курсовой работы).

Практические занятия помогают глубже понять теоретический материал и получить ряд навыков:

- искать и анализировать экологическую информацию;
- подбирать материал по определённой теме;
- научно обосновывать наблюдаемые явления, опираясь на основные теоретические положения;
- представлять найденную информацию в устной и письменной форме;
- аргументированно дискутировать на заданную тему;
- использовать знания по экологии в приложении к наблюдаемым явлениям.

Курс «Экология» знакомит студентов специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» с основными проблемами и направлениями современной экологии. В настоящее время экология является одной из наиболее актуальных дисциплин, теоретической основой рациональных взаимоотношений общества и природы, поэтому предлагаемые практические задания должны способствовать развитию экологического мышления студентов.

Учебное пособие охватывает основные разделы современной экологии. Особое внимание обращено на закономерности взаимосвязи живых организмов со средой, на основные пути и формы экологической адаптации, на популяцию как на элементарную надорганизменную биологическую систему и экосистему. Учебное пособие содержит различные типы заданий, в том числе анализ таблиц, схем, графиков, что позволяет оптимизировать учебный процесс и способствует более глубокому пониманию экологических закономерностей.

1 Организм и среда обитания

Факторы среды (световой режим, температурный режим, влажность, воздух как экологический фактор для наземных организмов, почва и рельеф в жизни живых организмов) и их воздействие на организмы. Основные среды жизни: наземно-воздушная среда обитания, водная среда обитания, почва как среда обитания, живые организмы как среда обитания. Лимитирующие факторы. Совместное действие экологических факторов. Адаптивные группы организмов по отношению к экологическим факторам. Жизненные формы организмов.

Задание 1.1

Приведите примеры взаимодействия экологических факторов. Какие из экологических факторов, на Ваш взгляд, играют более значительную роль в эволюции? Объясните, почему в относительно простых условиях среды наблюдается упрощение организации у населяющих ее видов. Приведите примеры.

Задание 1.2

Характеристика основных экологических факторов. Заполните таблицу 1.1.

Таблица 1.1

Основные группы экологических факторов	Основные характеристики экологических факторов и примеры

Задание 1.3

Выберите по 2-3 вида растений и животных. Составьте таблицу, в которой укажите экологические факторы для выбранных вами видов растений и животных.

Приведите в качестве примера 3-4 лимитирующих фактора для выбранных видов растений и животных.

Схематично представьте пределы толерантности по 3-4 экологическим факторам для выбранных видов растений и животных.

Объясните, чем и почему отличаются пределы толерантности у разных видов растений и животных.

Задание 1.4

Впишите в таблицу 1.2 названия животных и растений из предлагаемого списка соответственно их эври- или стенобионтности.

Лишайники, кораллы, млекопитающие, орхидеи, птицы, медузы, пресмыкающиеся, мхи, форель, человек, кактус.

Таблица 1.2

Стенобионты	Эврибионты

Укажите, какой фактор является определяющим для данных организмов.

Задание 1.5

На рисунке 1.1 изображены биологические спектры двух типов леса: лиственного в умеренном поясе и тропического в экваториальном поясе. Биологический спектр показывает соотношение основных жизненных форм в процентах.

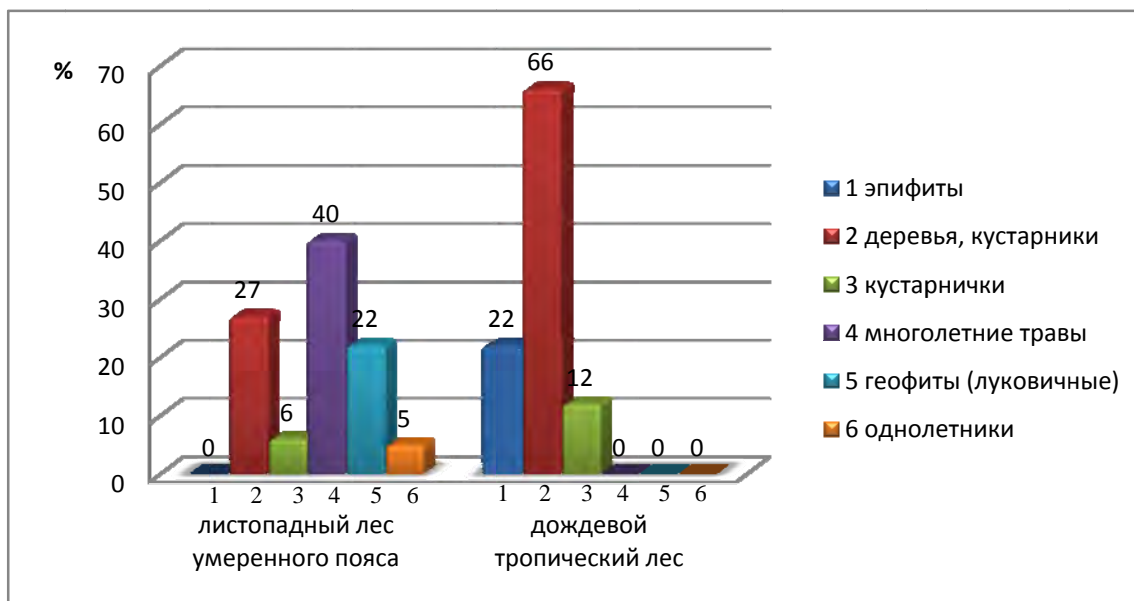


Рисунок 1.1 – Биологические спектры двух типов леса: лиственного в умеренном поясе и тропического в экваториальном поясе

Подумайте и напишите, какие экологические условия явились причиной таких различий в преобладании определенных жизненных форм. Назовите по крайней мере два условия (фактора) и охарактеризуйте влияние каждого (в чем оно выражается).

Задание 1.6

На рисунке 1.2 показан биологический спектр двух контрастных по климатическим факторам экосистем – тундровой и пустынной. Посмотрите внимательно, какие жизненные формы преобладают в каждом спектре, и напишите, какие климатические факторы обусловили именно такое соотношение жизненных форм в данных экосистемах. Назовите по крайней мере два таких фактора и объясните влияние каждого.

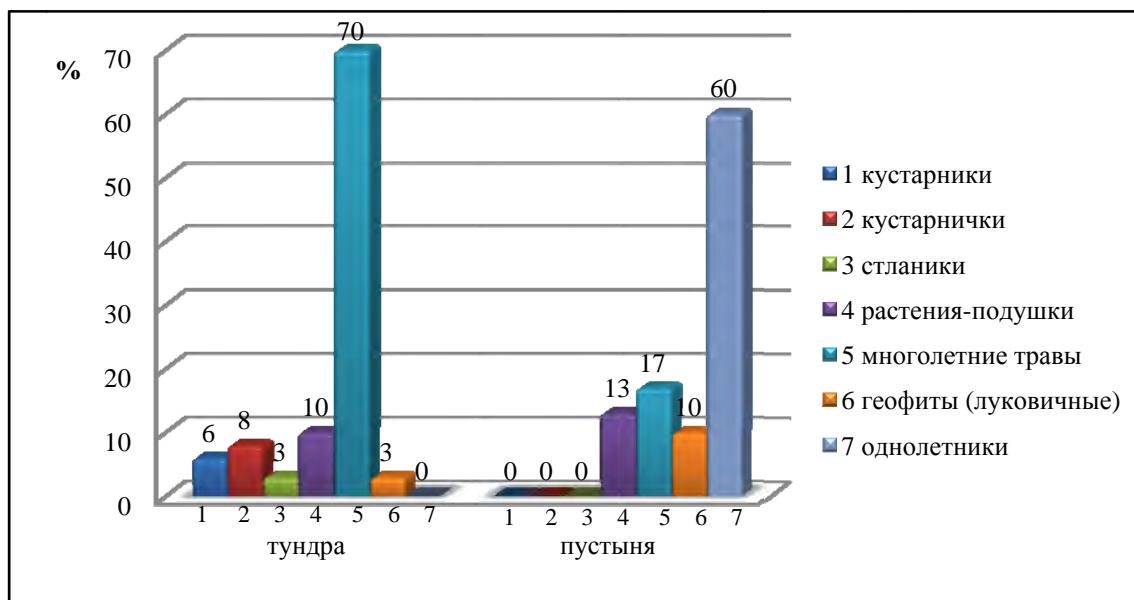


Рисунок 1.2 – Биологические спектры двух типов экосистем: тундровой и пустынной

Температура

Температура окружающей среды относится к группе ведущих абиотических факторов, определяющих жизнеспособность видов, сроки развития организмов и количество генераций. Температура окружающей среды важна для всех организмов, но особенно для эктотермов. Эндотермы в меньшей степени зависят от колебаний температурного фактора.

Одним из наиболее используемых в экологии температурных показателей является сумма эффективных температур, то есть та тепловая энергия, которая может быть усвоена организмом и использована им на обеспечение своей жизнедеятельности. Сумма эффективных температур или термальная константа (C) определяется по формуле:

$$C = (T - t) \cdot n, \quad (1.1)$$

где T – наблюдаемая (реальная) температура окружающей среды;

t – нижний порог развития;

n – продолжительность развития в днях.

Сумма эффективных температур дает возможность не только определить время развития одного поколения эктотермов, но прогнозировать количество генераций конкретных видов, достаточно точные сроки развития отдельных стадий. Это очень важно для правильного определения сроков борьбы с вредящими сельскому и лесному хозяйству видами насекомых, проведения других работ службой защиты растений.

Задание 1.7

Рассчитать возможность появления второго поколения шведских мух – вредителей зерновых культур, при определенном температурном режиме, если

для развития одной генерации требуется 740°C и температурный порог развития – 8°C (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Среднемесячная температура в Нечерноземной зоне в 1999 г.

Месяцы	Число дней	Среднемесячная температура, $^{\circ}\text{C}$
Май	31	10,2
Июнь	30	14,2
Июль	31	17,8
Август	31	13,6
Сентябрь	30	9,9

Задание 1.8

Рассчитайте температурную константу развития дрозоды средиземноморской и отдельные ее составляющие, если:

а) $T=25^{\circ}\text{C}$; $t=15^{\circ}\text{C}$; $n=20$ дней. Какова температурная константа C ?

б) $T=20^{\circ}\text{C}$; C равна рассчитанной константе; $t=15^{\circ}\text{C}$. Какова продолжительность развития?

в) $T=25^{\circ}\text{C}$; C равна рассчитанной константе; $n_1 = 30$ дней; $n_2 = 15$ дней. Каков температурный порог развития?

Задание 1.9

Вычислите сумму эффективных температур для растений, указанных в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Растение	Минимальная температура	Реальная температура	Продолжительность развития
Конопля	0-5	20	85
Подсолнечник	5-10	25	160
Тыква	10-15	23	105
Томаты	15-18	22	120

Задание 1.10

Величину теплопродукции можно оценить по количеству потребляемого кислорода. Проанализировав таблицу 1.5, объясните закономерность изменения величины теплопродукции в зависимости от массы тела.

Таблица 1.5 – Потребление кислорода животными разной величины (по Н.П. Наумову, 1963)

Животное	Масса, г	Температура среды, $^{\circ}\text{C}$	Потребление кислорода на 1 кг массы, $\text{cm}^3/\text{ч}$
Лошадь	400000	-	220
Баран	50000	-	284
Кролик	3000	29	478
Крыса	115,5	29	1800
Мышь	12,9	29	4130

Ответьте на вопросы:

- Почему крупным животным требуется меньше количество кислорода?
- Зависят ли затраты энергии от характера питания?

Задание 1.11

Связь размеров и пропорций тела животных с климатическими условиями обитания была подмечена еще в 1847 году Карлом Бергманом. Согласно правилу, у животных одного вида или близких видов размеры тела определяются температурными условиями среды (рисунок 1.3).

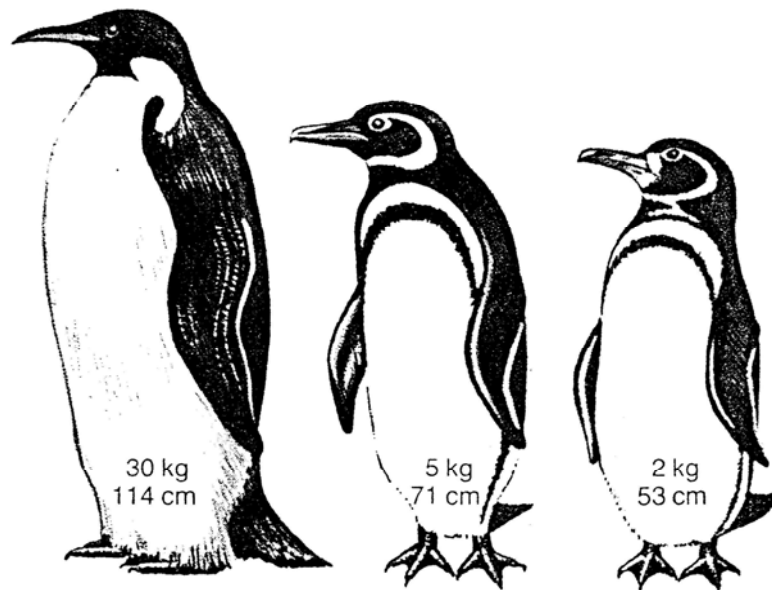


Рисунок 1.3 – Пингвины (слева направо): императорский (65° ю.ш.), магеллана (50° ю.ш.), галапагосский (1° ю.ш.)

Сформулируйте правило Бергмана и объясните, как размеры и пропорции тела связаны с климатом.

Следствием *правила Бергмана* является *правило Аллена*. При разных температурах один и тот же вид, имеющий широкое географическое распространение, может приобретать физиологические и морфологические особенности, адаптированные к местным условиям. В 1877 году *Джозел Аллен* установил закономерность, которая наглядно проявляется при сравнении конечностей, ушей и хвоста у экологически близких видов (рисунок 1.4, 1.5).

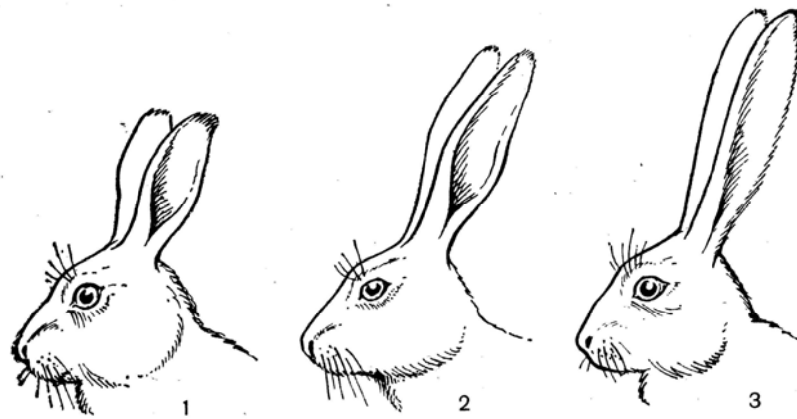


Рисунок 1.4 – Относительный размер ушных раковин у зайцев: 1 – беляк, 2 – толай, 3 – американский заяц



Арктический вид
Температура тела 37°C
Средняя температура среды 0°C

Европейский вид
Температура тела 37°C
Средняя температура среды 12°C

Африканский вид
Температура тела 37°C
Средняя температура среды 25°C

Рисунок 1.5 – Различия размеров головы и ушей у трех видов лисиц, обитающих в разных географических областях: 1 – песец, 2 – лисица обыкновенная, 3 – лисица фенек (по Н. Грину и др., 1993)

Напишите, в чем заключается *правило Аллена*. Заполните таблицу 1.6.

Таблица 1.6 — Изменение отдельных параметров животных

Вид	Местоположение	Параметры
Лисица фенек		
Рыжая лисица		
Песец		

Задание 1.12

Приведите примеры следующих групп животных, в чем их различие? Заполните таблицу 1.7.

Таблица 1.7

Пойкилотермные	Гомойотермные	Гетеротермные

Задание 1.13

Используя данные таблицы 1.8, постройте график изменения численности личинок колорадского жука в зависимости от температуры среды (по Ю.А. Усольцеву, 2004).

Таблица 1.8 – Численность личинок колорадского жука в зависимости от температуры среды

Фиксированный температурный режим, °С	Численность личинок, шт.
5	0
10	5
15	20
20	53
25	72
30	63
35	40
40	22
45	3
50	0

В рабочей тетради составьте график, на котором укажите зоны толерантности, длительного существования вида и нормальной жизнедеятельности, диапазоны температур выделенных зон. Предложите два-три показателя, по которым можно было бы оценивать степень жизнедеятельности (замена численности личинок).

Задание 1.14

Начертите график областей выживания и оптимума для бабочки яблочной плодожорки, которая является опасным вредителем садов. На горизонтальной оси отложите значение влажности воздуха в процентах, на вертикальной - температуры в градусах. Используйте приведенные ниже показатели.

Полная гибель куколок яблоневого плодожорки наступает при следующих сочетаниях температуры и влажности воздуха: 10°C и 100%, 4°C и 80 %, 15°C и 40 %, 28°C и 15 %, 36°C и 55 %, 37°C и 100%. Гибель менее 10 % при сочетаниях: 20°C и 85%, 22°C и 95 %, 27°C и 55%, 26°C и 55%, 22°C и 70 %. Соедините замкнутой кривой точки для каждого уровня выживания. Рассмотрите полученный график. Подумайте, велика ли опасность размножения этого вредителя в районах с летними температурами 18-25°C и влажностью 70-90 %, в районах с температурами 20-35°C и влажностью воздуха 20-35 %.

Задание 1.15

Микроскопические мучные клещи могут в огромных количествах размножаться в зернохранилищах и приводить зерно в полную негодность. При оптимальной температуре +20-22°C развитие яйца длится 3-4 дня, при +10°C – растягивается до полутора месяцев. Температур выше +45-50°C клещи не переносят. Они погибают при влажности зерна 10-12% из-за сухости, а при влажности выше 70% гибнут из-за развития плесневых грибков. Предложите способ, как избавиться от клещей и сохранить зерно, не прибегая к использованию пестицидов.

Задание 1.16

На рыбопроизводных заводах разрабатывают технологию получения живого корма для мальков. Для этого культивируют различных простейших, коловраток и рачков дафний. Используют два основных способа их разведения: 1) в непроточных емкостях с кормовой взвесью подают корм до тех пор, пока рост популяции не прекратится, после чего собирают «урожай»; 2) в проточных водоемах постоянно подают воду с кормом, а часть воды вместе с животными также непрерывно удаляют. При непроточном способе получают инфузорий и коловраток 18-20 г с 1 м³ воды в сутки, дафний – 70 г. При проточном методе – 20 кг и 0,5 кг соответственно. Чем объяснить столь значительную разницу в результатах при разных способах культивирования этих водных животных?

Климатические факторы

Макроклимат есть результат географического и орографического местоположения достаточно крупной территории. Например, климат средней полосы европейской части России. Мезоклимат – это климат локального местообитания, например, лесного массива, речного склона. Микроклимат - это климат различных участков поверхности почвы или растений площадью от нескольких квадратных дециметров до 1 см и меньше.

В экологических исследованиях наиболее часто изучаются мезо- и микроклимат, т.к. именно эти показатели определяют существование живых организмов в конкретной экосистеме или станции обитания. В том случае, когда изучаются популяционные характеристики видов, обитающих в нескольких пространственно разобщенных экосистемах с различными абиотическими факторами, используются биоклимодиаграммы. Кривые графиков биоклимодиаграмм дают возможность определить состояние оптимума, пессимума и выходящее за пределы выживаемости сочетание факторов неживой природы для конкретного организма в зависимости от сочетания лимитирующих факторов окружающей среды, лежащих в основе биоклимодиаграммы.

Оптимальная зона и пределы выносливости организмов по отношению к какому-либо фактору среды могут смещаться в зависимости от того, в каком сочетании действуют другие факторы. Эта закономерность получила название взаимодействия факторов (конstellация факторов).

Температура и влажность в природе действуют совместно и, соответственно, оказывают общее влияние на развитие животных и растений, их состояние и плодовитость. Также совместное влияние температуры и влажности позволяет выявить оптимальные и пессимальные их значения для каждого конкретного вида.

Если исследования данного вида организмов ограничиваются конкретным биотопом или стацией обитания, то при анализе факторов абиотической группы применяют метод построения термогигрограмм по методу *Бола и Формозова*.

Для этого необходимо проведение замеров лимитирующих факторов температуры и влажности в изучаемой станции обитания в течение всего времени изучения объекта исследования. Кривые графиков термогигрограмм дают приблизительно ту же информацию, что и биоклимограммы, только для конкретной точки пространства, где происходит развитие определенной группы особей.

Для общей оценки влияния сочетания температуры и влажности на живой организм в течение длительного времени и часто с учетом значительной части его ареала применяют метод климаграмм. Они дают возможность проанализировать условия жизни вида в разных частях ареала, а также рассмотреть отдельные популяционные характеристики.

Климадиаграммы можно построить для отдельных лет, а расположив их последовательно и непрерывно одна за другой, получить *климатограмму*. При выполнении задания следует отметить благоприятные для возделывания сельскохозяйственных культур годы, а также засушливые, холодные и дождливые.

Задание 1.17

Используя данные таблицы 1.9, составьте климаграммы по методу *Бола* и по методу *Формозова*.

Составьте термогигрограммы, сравните их между собой и проанализируйте в соответствии с характеристикой видов. Экологическая характеристика видов учитывает их отношение к температуре и влажности. В соответствии с характеристикой вида выберите условия географического пункта, которые наиболее отвечают видовым требованиям:

- а) эктоterm ксерофил;
- б) эктоterm мезофил;
- в) эктоterm гигрофил;
- г) эндотерм ксерофил;
- д) эндотерм мезофил;
- е) эндотерм гигрофил.

Таблица 1.9 – Среднемесячные показатели температуры (°С) и осадков (мм) в городах России [10]

Месяц	Воронеж		Москва		Курган		Салехард		Краснодар	
	Температура, °С	Осадки, мм	Температура, °С	Осадки, мм	Температура, °С	Осадки, мм	Температура, °С	Осадки, мм	Температура, °С	Осадки, мм
I	-8,85	41	-9,3	42	-17	21	-24,9	21	-0,35	61
II	-8,0	32	-7,7	36	-15,25	13	-23,45	18	+1,35	41
III	-2,2	31	-2,2	34	-7,05	14	-16,05	19	+5,55	45
IV	+8,05	40	+5,8	44	+4,85	23	-10,05	24	+12,8	59
V	+15,0	46	+13,1	51	+12,4	33	-1,8	32	+17,7	64
VI	+18,25	66	+16,6	75	+17,6	55	+8,0	49	+20,9	78
VII	+19,85	73	+18,2	94	+19,9	55	+14,45	69	+23,6	53
VIII	+18,75	57	+16,4	77	+16,6	54	+10,9	60	+22,95	53
IX	+13,25	54	+11,0	65	+11,25	37	+5,3	50	+18,3	41
X	+6,3	39	+5,1	59	+2,55	33	-4,85	39	+11,9	47
XI	-0,15	50	-1,2	58	-6,4	27	-15,95	28	+7,25	67
XII	-5,2	50	-6,1	56	-13,4	20	-20,95	24	+2,55	81

Задание 1.18

Составьте *климадиаграмму* по *Вальтеру-Госсену* для области, края (города, поселка), используя данные областной (краевой) гидрометобсерватории за последние 5 лет по температуре и осадкам по декадам и месяцам (рисунок 1.6).

Климадиаграммы можно построить для отдельных лет, а расположив их последовательно и непрерывно одна за другой, получить *климатограмму*. При выполнении задания следует отметить благоприятные для возделывания сельскохозяйственных культур годы, а также засушливые, холодные и дождливые.

Определение индекса *аридности* (засушливости) проводят по *Мартонну*, используя формулу (1.2):

$$i = \frac{P}{T+10}, \quad (1.2)$$

где P – годовое количество осадков, мм;

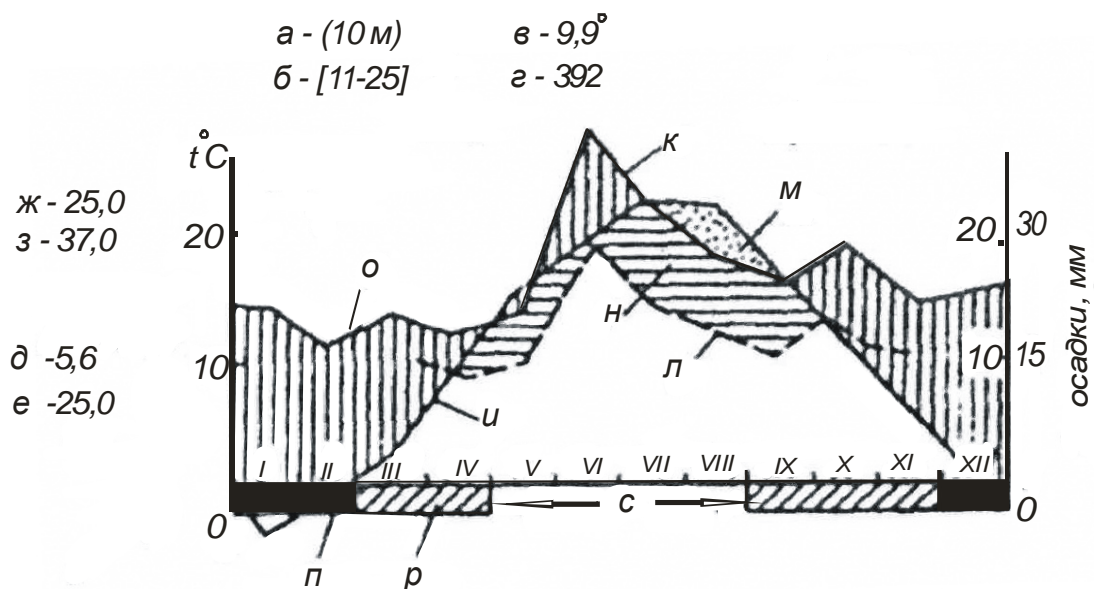
T – среднегодовая температура, °С.

При определении индекса аридности только для одного месяца пользуются формулой (1.3):

$$i = \frac{12 \cdot p}{t+10}, \quad (1.3)$$

где p – количество осадков за данный месяц;
 t – средняя температура за месяц.

Чем ниже индекс, тем суше климат. Результаты отразите в рабочей тетради.



a – высота над уровнем моря, b – число лет наблюдений за температурой (первая цифра) и осадками (вторая цифра), v – средняя годовая температура, $г$ – средняя годовая сумма осадков в мм, $д$ – средний суточный минимум самого холодного месяца, $е$ – абсолютный минимум, $ж$ – средний суточный максимум самого теплого месяца, $з$ – абсолютный максимум, $и$ – кривая средних месячных температур, $к$ – кривая средних месячных сумм осадков (соотношение $10^\circ=20$ мм), $л$ – то же (соотношение $10^\circ=30$ мм), $м$ – засушливый период, $н$ – полузасушливый период, $о$ – влажное время года, $п$ – месяцы со средним суточным минимумом температуры ниже 0°C , $р$ – месяцы с абсолютным минимумом температуры ниже 0°C , $с$ – безморозный период; по оси абсцисс – месяцы

Рисунок 1.6 – Климатодиаграмма по Вальтеру-Госсену для Одессы (по Г.Вальтеру, 1968)

Задание 1.19

Назовите известные Вам адаптационные приспособления живых организмов следующих экологических групп гидробионтов, приведите примеры таких организмов (таблица 1.10).

Таблица 1.10

Экологические группы	Адаптации	Организмы
Нектон		
Планктон		
Бентос		

Задание 1.20

Отметьте на рисунке 1.7 сезоны года. Объясните, как происходит циркуляция воды и температурная стратификация в озере в течение года. Когда наблюдается гомотермия, а когда стагнация?



Рисунок 1.7 – Циркуляция воды и температурная стратификация в озере в течение года (по Р. Дажо, 1975)

Задание 1.21

Проанализируйте данные таблицы 1.11 и сделайте вывод, какие соли имеют наибольшее значение в пресных и соленых водоемах.

Таблица 1.11 – 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

Задание 1.22

На рисунке 1.8 (см. цветную вкладку) представлены основные группы почвенных организмов. Что происходит в почве в результате их жизнедеятельности?

Неоднородность почвы приводит к тому, что для организмов разных размеров она выступает как разная среда. Заполните таблицу 1.12.

Таблица 1.12 – Экологические группы почвенных организмов

Характеристика	Экологические группы		
	микробиота	мезобиота	макробиота
Размеры			
Представители			
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 (галофилы и галофиты), на меловых отложениях (кальцефилы и кальцефиты). Заполните таблицу 1.13.

Таблица 1.13 – Экологические группы организмов почвы

Название группы	Представители	Приспособления к среде
Псаммофилы и псаммофиты		
Галофилы и галофиты		
Кальцефилы и кальцефиты		

Задание 1.23

Заполните таблицу 1.14 примерами жизненных форм разных млекопитающих в зависимости от среды обитания и способа передвижения, укажите животных, обитающих в двух или более средах.

Таблица 1.14

Способ передвижения	Среда обитания			
	суша	вода	почва	воздух
Бег, ходьба				
Прыганье				
Лазанье				
Рытье				
Полет				
Плаванье				

Задание 1.24

Заполните таблицу 1.15 примерами морфологических адаптаций различных классов живых организмов.

Таблица 1.15

Среда обитания	Морфологические адаптации			
	звери	птицы	рыбы	земноводные
Вода				
Почва				
Суша				
Воздух				

Анализ кислородного баланса водоемов. Модель Стритера-Фелпса

Наиболее важной характеристикой для водных экосистем является содержание в воде растворенного кислорода. Даже небольшие изменения его концентрации в воде могут приводить к необратимым последствиям для всей экосистемы.

На содержание кислорода в воде водоемов могут влиять многие факторы. Среди них выделяются три основных:

- температура воды;
- атмосферное давление;
- наличие в воде примесей.

С повышением температуры растворимость газов, в том числе кислорода, в воде падает. Поэтому так важно поддержание нормального температурного режима в водоеме.

Связь растворимости кислорода с атмосферным давлением прямая – с повышением давления растворимость также повышается. Наличие в воде примесей негативно сказывается на содержании кислорода.

Рассмотрим кислородный баланс реки в условиях ее загрязнения достаточно легко окисляемыми отходами, например, органического происхождения. При попадании таких сбросов в воду начинается процесс их биохимического разложения, который протекает с использованием растворенного в воде кислорода, что может привести к падению концентрации последнего. Так как растворенный кислород является одним из основных лимитирующих факторов для водных экосистем, то падение его концентрации может быть сопряжено с нарушениями различной степени тяжести в их функционировании.

Кислород растворяется в воде при нормальных условиях в концентрации 0-14,7 мг/см³. На растворимость кислорода влияют в основном три фактора: температура воды, атмосферное давление и наличие в воде примесей. Для большинства видов рыб предельной концентрацией кислорода, при которой они в состоянии обитать в водоеме, является 4 мг/см³. Поэтому контроль и прогноз концентрации кислорода в воде является одной из важнейших задач природоохранных служб.

Рассмотрим взаимосвязи между концентрациями растворенного кислорода и органических отходов. Концентрацию отходов измеряют величиной так называемого биохимического потребления кислорода (БПК), которая представляет собой количество кислорода на единицу объема воды, необходимое для разложения отходов, единица измерения БПК – мг/дм³ O₂.

Скорость разложения отходов пропорциональна их концентрации в воде при условии, что кислорода достаточно для их полного разложения.

При отсутствии отходов концентрация кислорода в воде колеблется около равновесного значения. При наличии отходов реальная концентрация кислорода будет снижаться. Однако существуют процессы, обеспечивающие увеличение концентрации кислорода в воде, например, реэрация – поглощение кислорода атмосферой поверхностью воды.

Графически процессы, происходящие при попадании загрязняющих веществ в воду, можно изобразить следующим образом (рисунок 1.9).

Опишем процессы, формирующие кислородный баланс реки при наличии загрязнения. Введем следующие обозначения:

L – биохимическое потребление кислорода (БПК), мг/л;

C_0 – равновесная концентрация кислорода в воде при отсутствии отходов, мг/л;

C – концентрация кислорода в воде при наличии отходов, мг/л;

$D = C_0 - C$ – дефицит кислорода в воде вследствие загрязнения, мг/л;

k_1 – скорость потребления кислорода на разложение отходов, вследствие выбора единиц измерения она равна скорости разрушения отходов, сутки⁻¹;

k_2 – скорость реэрации, сутки⁻¹.

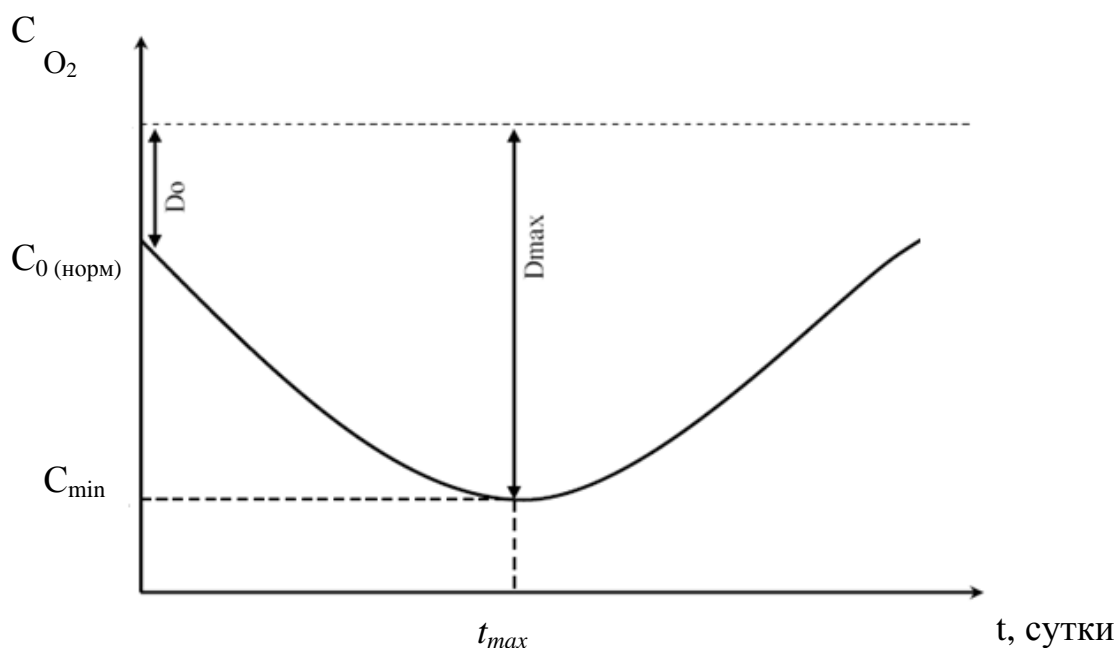


Рисунок 1.9 – График зависимости концентрации кислорода от расстояния до источника загрязнения

В этих обозначениях процессы разложения отходов и формирования кислородного баланса в водоеме описываются следующими простыми уравнениями, получившими название *модели Стритера-Фелпса* по именам ученых, впервые их использовавших для анализа такой ситуации:

$$\frac{dL}{dt} = -k_1 L. \quad (1.4)$$

$$\frac{dD}{dt} = k_1 L - k_2 D. \quad (1.5)$$

Интегрируя уравнение (2) методом вариации постоянной, получаем следующую зависимость дефицита кислорода в воде от времени:

$$D = \frac{k_1 \cdot L_0}{k_2 - k_1} \cdot (e^{-k_1 \cdot t} - e^{-k_2 \cdot t}) + D_0 \cdot e^{-k_2 \cdot t}, \quad (1.6)$$

где L_0 – БПК в начальный момент времени, количественно равно БПК неразложившихся отходов;

D_0 – дефицит кислорода в начальный момент времени, количественно обусловлен источниками загрязнения, расположенными выше по течению реки.

Пусть время t связано с расстоянием X , которое отсчитывается по течению реки от места сброса отходов следующей зависимостью:

$$X = V \cdot t, \quad (1.7)$$

где V – скорость течения реки.

Подставив выражение $t=X/V$ из (4) в (3), получим зависимость концентрации кислорода от расстояния (рисунок 1.9).

Из уравнения (1.6) находим интересующие нас величины.

На каком расстоянии от источника выбросов X_{max} он имеет место, м:

$$X_{max} = \frac{V}{k_2 - k_1} L_0 \left[\frac{k_2}{k_1} \cdot \left(1 - \frac{D_0 \cdot (k_2 - k_1)}{L_0 \cdot k_1} \right) \right]. \quad (1.8)$$

Через какое время t_{max} после сброса сточных вод наступает максимальное понижение концентрации кислорода в реке, сутки:

$$t_{max} = \frac{X_{max}}{V}. \quad (1.9)$$

Максимальный дефицит кислорода в реке D_{max} , мг/л:

$$D_{max} = L_0 \cdot \frac{k_1}{k_2} \cdot e^{-k_1 t_{max}}. \quad (1.10)$$

Расчет этих величин может осуществляться непосредственно по приведенным формулам или с использованием компьютера.

Задание 1.25

Используя заданные параметры модели (таблица 1.16), определите X_{max} , D_{max} , t_{max} .

Таблица 1.16

Вариант	L_0 , мг/л	D_0 , мг/л	k_1 , сутки ⁻¹	k_2 , сутки ⁻¹	V , м/сутки
1	5,2	0,5	0,15	0,45	8640
2	5,6	1,0	0,11	0,42	7123
3	2,8	0,07	0,13	0,45	10000
4	1,4	0,12	0,21	0,53	5867
5	3,5	0,16	0,51	0,12	3761
6	5,7	0,7	0,18	0,52	12630
7	2,3	0,02	0,13	0,5	6409
8	3,7	0,5	0,52	0,32	7125
9	4,3	0,15	0,17	0,45	12363
10	5,2	0,1	0,1	0,3	8788

Задание 1.26

Используя заданные постоянные реаэрации и скорости окисления примесей (таблица 1.16), определите такую максимально допустимую величину БПК в зоне загрязнения (L_0), чтобы минимальная концентрация кислорода в любом месте реки составляла 6 мг/л. Равновесная концентрация кислорода в воде при отсутствии загрязнений C_0 – 9,8 мг/л.

Контрольные вопросы

1 Что такое среда обитания? Какие среды заселены организмами?

- 2 Какие факторы среды относят к абиотическим, биотическим, антропогенным?
- 3 Как называют совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других?
- 4 Как формулируется закон минимума?
- 5 Сформулируйте закон толерантности. Кто установил эту закономерность?
- 6 Приведите примеры использования законов минимума и толерантности в практической деятельности.
- 7 Какие механизмы позволяют живым организмам компенсировать действие экологических факторов?
- 8 В чём различие между местообитанием и экологической нишей?
- 9 Какие факторы следует учитывать в первую очередь при создании проектов управления экосистемами. Почему?
- 10 Общая характеристика водной среды как среды жизни.
- 11 Абиотические факторы водной среды: температура, плотность, вязкость, давление, прозрачность, световой режим, солёность, рН, содержание кислорода и углекислого газа.
- 12 Экологические группы гидробионтов.
- 13 Экологическая пластичность водных организмов.
- 14 Адаптивные особенности водных растений и животных.
- 15 Особенности обитания в наземно-воздушной среде.
- 16 Экологические особенности основных составляющих наземно-воздушной среды (воздух, атмосферные осадки, влажность почвы).
- 17 Понятия «эооклимат», «фитоклимат», «микроклимат».
- 18 Основные свойства почвы как экологического фактора.
- 19 Роль почвы в жизнедеятельности живых организмов.
- 20 Роль микроорганизмов, высших растений и животных в почвообразовательных процессах.
- 21 Экологические группы почвенных животных.
- 22 Свет как физический фактор.
- 23 Особенности светового режима: интенсивность и качество света.
- 24 Охарактеризуйте особенности экологических групп растений по отношению к свету.
- 25 Свет как условие ориентации животных: фототаксисы, биолюминесценция.
- 26 Тепловой режим. Адаптационные особенности пойкилотермных и гомойотермных животных.
- 27 Температурный оптимум и пессимум.
- 28 Температурный фактор как определяющий в распределении животных по земному шару.
- 29 Влажность как абиотический фактор. Основные экологические показатели влажности.
- 30 Экологические группы растений и животных по отношению к водному режиму.

2 Экология популяций

Структура и динамика популяций: численность, плотность, возрастная структура, половой состав, рост популяции, внутривидовые и межвидовые отношения в популяциях, популяции синантропных видов, гомеостаз, экологические стратегии.

Задание 2.1

Перечислите факторы, которые могут оказывать влияние на рождаемость и смертность в популяциях рыб. Заполните таблицу 2.1, указывая в графах (+) причины, ускоряющие соответствующие процессы, а в графах (–) – замедляющие.

Таблица 2.1

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

Задание 2.2

Представьте себе, что вы изучаете популяцию дикого голубя. Предварительные наблюдения позволили установить, что ее плотность в вашем 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 5 ближайших лет. При расчетах отбрасывайте дробную часть числа.

Произведя вычисления и руководствуясь приведенными ниже примерами расчетов изменения численности за первый год, заполните таблицу 2.2.

Рождаемость = плотность самок * плодовитость = $130 : 2 \cdot 1,3 = 84$.

Смертность = общая плотность * удельная смертность = $130 \cdot 27 : 100 = 35$.

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:

$$130 - 35 + 84 = 179.$$

Таблица 2.2

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

Задание 2.3

Используя данные, полученные в задании 2.2, постройте график динамики плотности популяции голубя.

Задание 2.4

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

Задание 2.5

Начертите возрастную пирамиду зяблика, используя следующие данные. У зябликов в период от весеннего прилета до вылупления птенцов около 50 % популяции составляют годовалые птицы, впервые начинающие размножение. На двухлетних приходится 22%, трехлетних – 12%, четырехлетних – 8%, пятилетних – 4%. На каждую тысячу птиц насчитывается только 8 особей старше 7 лет. Максимальный возраст жизни зяблика 11 лет. Как изменится возрастная пирамида популяции после выведения птенцов, учитывая, что чаще всего в кладке у зяблика 5 яиц, а смертность птенцов до вылета по разным причинам составляет около 40%?

Задание 2.6

Постройте кривую выживания, характеризующую изменения численности группы особей, родившихся одновременно. Ее начальная численность составляет 2000 особей, а смертность характеризуется следующими величинами: за 1-й год жизни – 40%; за 2-й год – 20%; за 3-й год – 15%. Начиная с 4-го года жизни смертность становится постоянной, ее годовая оценка составляет 20%. До какого возраста доживут особи этой группы?

Задание 2.7

В начале сезона было помечено 1000 рыб. В ходе последующего лова в общем вылове из 5000 рыб обнаружилось 350 меченых. Какова была численность популяции перед началом промысла?

Задание 2.8

Ежегодная рождаемость популяции составляет 1000 особей, ежегодная смертность – 30 %. Рассчитайте, до какого возраста могут дожить особи одного поколения.

Задание 2.9

В одном из степных заповедников на площади в 250 га насчитывалось 370 особей сурков-байбаков, распределявшихся по возрасту следующим образом: новорожденных – 118, годовалых – 49, двухлетних – 50, трехлетних и

старше – 153. Спустя два года на участке было 488 особей, среди них новорожденных – 122, годовалых – 83, двухлетних – 78, остальные – старше. Изменилась ли возрастная структура популяции? Какова смертность молодых особей за этот период?

Задание 2.10

В результате самоизреживания елей в густых посадках число деревьев на 1 га составляло: в 20-летних насаждениях – 6720, в 40-летних – 2380, в 60-летних – 1170, в 80-летних – 755, в столетних – 555, а в 120-летних – 465. Начертите график уменьшения количества стволов елей при увеличении возраста. Рассчитайте площадь, приходящуюся на одно дерево в разном возрасте. В какой период самоизреживание деревьев происходит наиболее интенсивно? Не стоит ли заранее высаживать ели разрежено? Согласны или не согласны с этим утверждением, почему?

Задание 2.11

На одном из участков растения кормового злака – полевицы тонкой – распределялись по возрастному состоянию следующим образом: проростки – 73, молодые – 9, взрослые плодоносящие – 16, старые – 2. Через четыре года возрастной состав полевицы на этом же участке был 0, 3, 30, 60 соответственно. Как изменилась популяция за этот период? Что можно сказать о длительности жизни этого растения?

Задание 2.12

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 составляет 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 вылавливать все особи, крупнее этих размеров: а) через 1 год, б) через 2 года, в) через 5 лет, г) через 10 лет, д) через 15 лет?

Задание 2.13

Пара грачей приносит птенцам за сутки 40-45 г насекомых, что составляет около 1000 особей разных видов. Птенцов выкармливают 29-30 дней. Подсчитайте, на сколько одна колония грачей в 200 гнезд за период выкармливания птенцов может снизить численность вредных саранчовых в радиусе 3 км от колонии, если начальная плотность популяции саранчи составляет 1 особь на 1 м². Принять, что в данном районе грачи питаются преимущественно этими насекомыми.

Задание 2.14

По данным о численности мирового народонаселения, приведенным в таблице 2.3, определите характеристики гиперболической кривой, описывающей этот рост.

Таблица 2.3 – Численность мирового народонаселения

Год	0	1000	1200	1400	1500	1600	1700	1800	1850	1900
Млн чел.	200	300	350	380	450	480	550	880	1200	1600
Год	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Млн чел.	1700	1840	2000	2260	2500	3000	3630	4380	5500	6700

Задание 2.15

Определите массу зерна, которую необходимо положить на последнюю клетку шахматной доски, если на первую клетку кладется одно зерно, а на каждую следующую – в два раза больше зерен. Вес одного зерна принять равным 0,1 г.

Задание 2.16

Определите время, за которое потомство одной бактерии весом 10 г, размножающейся делением, достигнет веса Земного шара (10^{28} г), если одно деление происходит с интервалом в 20 минут.

Задание 2.17

Экспоненциально растущая популяция эксплуатируется в стационарном режиме, необходимо увеличить снимаемый с нее урожай в «к» раз за время «Т». Определите, при каких «Т» возможно увеличение урожая в «к» раз.

Задание 2.18

В таблице 2.4 приведены данные по росту численности популяций двух видов после их вселения в новую среду обитания. По этим данным постройте графики роста первой и второй популяции, определите, какой тип роста имеет первая и вторая популяции?

Таблица 2.4

Время	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Численность популяции 1	2	25	40	80	115	132	150	157	161	162
Численность популяции 2	2	4	6	10	16	25	37	63	100	160

Задание 2.19

Площадь лесов планеты составляет приблизительно 3,85 млрд га. С учетом процессов искусственного и естественного возобновления скорость сведения лесов составляет 20 га/мин. Определить время, за которое площадь

лесов сократится до 10% от первоначальной, предполагая, что их сведение происходит по экспоненте.

Рост народонаселения (по Небелу Б., 1993)

Выполнив данную работу, Вы сможете:

- объяснить, как влияет на рост населения суммарный коэффициент рождаемости (среднее число детей, рожденных одной женщиной в течение ее жизни);
- описать, как сказывается на численности народонаселения средняя продолжительность жизни индивидов;
- использовать половозрастные пирамиды для прогноза роста населения в будущем;
- понять динамику роста населения.

Работу выполняют два человека, используя следующие материалы: рулон бумажной ленты, карандаш, ножницы, миллиметровку, линейку.

Отрезки бумажной ленты будут соответствовать ступеням половозрастной пирамиды. Пусть отрезок длиной 1 см соответствует 1 тыс. человек. Условимся, что в каждой возрастной группе равное число мужчин и женщин.

Отложите по вертикальной оси возрастную шкалу. Для этого наклейте вертикально полоску ленты. Разметьте на ней возрастные интервалы по 10 лет. Их длина должна соответствовать ширине ленты. Возраст увеличивается снизу вверх: 0-9 лет, 10-19 лет и т.д. до 90-100 лет.

Предположим, что две популяции А и Б, включающие каждая 5 тыс. человек возрастом 0-9 лет, 4 тыс. от 10 до 19 лет и 3 тыс. от 20 до 29 лет, заселяют две недавно открытые пригодные для жизни планеты. С помощью бумажной ленты представьте состав обеих популяций справа и слева от возрастной шкалы.

Вам нужно построить кривую роста популяций, учитывая рождение детей, увеличение возраста, смерть от старости. Для этого составьте для каждой популяции следующую таблицу (таблица 2.5).

Таблица 2.5

Годы	Число новорожденных	Число умерших	Естественный прирост	Общая численность
0				
10				
20 и т.д.				

Рост населения и суммарный коэффициент рождаемости

Предположим, что в каждой популяции продолжительность жизни составляет 60 лет. В популяции А суммарный коэффициент рождаемости составляет 4, а в популяции Б – 2. Допустим, что воспроизведение происходит в возрастной группе 20-29 лет. Передвигайте все полоски бумажной ленты на одно деление (интервал 10 лет) вверх, добавляя снизу новую полоску, обозначающую новорожденных. Имейте в виду, что их число равняется

половине количества людей возрастом 20-29 лет (число женщин, способных к деторождению) умноженной на коэффициент рождаемости. Когда полосы пересекают отметку средней продолжительности жизни, их убирают (люди старше 60 лет умирают).

Для каждого десятилетнего интервала занесите соответствующие данные в таблицу. Не забывайте удалять самые верхние полосы (пересекающие линию 60 лет). Сделайте записи для девяти интервалов (периода 90 лет). При построении графика откладывайте по оси абсцисс годы, а по оси ординат – численность людей. Обе кривые представьте на одном графике.

I Сравните рост численности двух популяций.

1 Прекратится ли когда-нибудь рост популяции А? Через какое время ее численность удвоится?

2 Удвоится ли численность популяции Б?

3 Как влияет суммарный коэффициент рождаемости на рост населения?

II Сравните половозрастные пирамиды двух популяций.

1 Какова форма пирамиды и кривой роста популяции А?

2 Какова форма пирамиды и кривой роста популяции Б?

III Сравните эти половозрастные пирамиды с ситуацией в развитых и развивающихся странах.

IV Рост населения и продолжительность жизни. Повторите работу, добавив полосы еще для трех возрастных групп, чтобы показать увеличение продолжительности жизни до 90 лет. Заполните таблицу и представьте данные графически.

Ответьте на следующие вопросы:

1 Как повлияет на рост двух популяций увеличение пострепродуктивной продолжительности жизни? Будет ли популяция А расти намного быстрее? Будет ли непрерывно расти популяция Б?

2 За счет чего главным образом растет население? За счет увеличения продолжительности жизни или коэффициента рождаемости?

3 Влияет ли увеличение продолжительности жизни на проблему перенаселения?

V Демографический потенциал. Повторите работу для одной популяции с 5000, 4000 и 3000 человек в первых трех возрастных группах. Постройте таблицу для восьми интервалов (80 лет) с учетом того, что суммарный коэффициент рождаемости равен 4 в первые 30 лет, а затем падает до 2. Постройте кривую роста населения для периода 80 лет.

Ответьте на следующие вопросы:

1 Прекращается ли рост населения при снижении суммарного коэффициента рождаемости до 2? Почему нет?

- 2 Что такое демографический потенциал?
 - 3 Соотнесите это понятие с ростом населения в развивающихся странах.
-

Контрольные вопросы

- 1 Определение популяции, типы популяций, свойства популяции.
- 2 Почему элементарной единицей эволюции является популяция?
- 3 Каково место популяции на Земле?
- 4 Почему толерантность популяции к факторам среды значительно шире, чем у особи? Каково экологическое значение этого явления?
- 5 Численность и плотность популяций.
- 6 Плодовитость, смертность, миграции популяций.
- 7 Стабильные, растущие и сокращающиеся популяции.
- 8 Возрастная структура популяции.
- 9 Причины колебания численности популяций. Внутрипопуляционная регуляция численности популяций.
- 10 Эффект группы. Полиморфизм популяций. Экологические стратегии.
- 11 Популяция как саморегулирующаяся система.
- 12 Каковы экологические причины, вызывающие рост численности популяции по экспоненте и логистической кривой?
- 13 В чём суть экологической стратегии выживания?
- 14 Какие экологические факторы вызывают саморегуляцию плотности популяции?
- 15 В чем заключается отличие r- от K-стратегов? Приведите примеры r- и K-видов.
- 16 Что такое синантропные виды? Почему они являются «опасными» видами для человека?

3 Экология сообществ и экосистем

Трофическая структура биоценозов, пищевые цепи и сети, экологические пирамиды, закономерности трофических связей в биоценозе, видовая структура биоценозов. Взаимоотношения между организмами, влияние абиотических факторов среды, пространственная структура, экологические ниши в сообществах, закономерности саморегуляции биоценозов, биоразнообразие.

Структура и продуктивность экосистем. Динамика экосистем. Сукцессии. Гомеостаз экосистемы. Суточные и сезонные ритмичные изменения. Круговорот биогенных элементов.

Основные экосистемы Земли и их особенности, наземные экосистемы, водные экосистемы.

Задание 3.1

Укажите знаком «+» в соответствующей графе таблицы 3.1, за какие природные ресурсы конкурируют между собой растения, а за какие – животные (если конкуренции нет, то отмечать не надо).

Таблица 3.1

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

Задание 3.2

Ниже перечислены некоторые известные Вам растения и животные. Выпишите их названия в две колонки в соответствии с экологической ролью этих организмов в природе (таблица 3.2).

Таблица 3.2

Роль в природе	Растения	Животные
Хищники		
Комменсалы		
Паразиты		

Пантера, аскарида, акула, заразиха, рыба-прилипала, удав, клоп постельный, клещ, повилика, божья коровка, пауки, свиной цепень, росянка, орхидея, баклан, актиния, омела, рафлезия, гиена, лишайник-эпифит, трипаносома, сокол, лягушка, актиния, крокодил, стрекоза, минога.

Задание 3.3

Насекомые-вредители приносят вред не природе, а человеку. Они поражают домашних животных, культурные растения и жилище человека.

Моль, жук-древоточец, долгоносик, комар, мошка, овод, саранча, колорадский жук, слепень, тля, капустная совка, вошь, листовертка, постельный клоп, мухи.

Впишите в таблицу 3.3 названия насекомых в соответствии с их ролью в природе.

Таблица 3.3

Хищники	
Паразиты	
Паразитоиды	
Переносчики паразитов	
Промежуточные хозяева	
Растительоядные	
Плотоядные	

Задание 3.4

Соедините организмы из первой колонки с организмами из второй сплошной линией, если они образуют между собой устойчивые симбиотические связи, и пунктирной, если они находятся в отношениях протокооперации. В чем различие этих типов взаимоотношений? Назовите, какие еще существуют типы взаимоотношений между организмами.

1 организм

Рак - отшельник
Цветок клевера
Термиты
Грибы
Жвачные животные
Деревья
Бобовые растения

2 организм

Шмели – опылители
Жгутиковые (простейшие)
Актиния
Бактерии-азотфиксаторы
Грибы
Водоросли
Кишечные бактерии

Задание 3.5

Пищевую цепь обычно составляют продуценты, консументы (фитофаги, плотоядные) и редуценты. К какому из трофических уровней относятся перечисленные ниже группы организмов?

Автотрофы, однолетние травы, гетеротрофы, овцы, рыбы, дельфины, консументы, макроконсументы, пчелы, кустарники, микроконсументы, фитопланктон, волки, детритофаги, микроорганизмы, сине-зеленые водоросли, мышь.

Распределите организмы по следующим категориям:

- Продуценты
- Травоядные

- Плотоядные
- Деструкторы

Задание 3.6

Составьте списки организмов, относящихся к пастбищной и детритной пищевым цепям, и несколько пищевых цепей различного типа. В чем отличие между пастбищными, детритными и пищевыми цепями, включающими паразитов?

Задание 3.7

Сравните видовой состав гнездящихся птиц на трех участках приволжской степи. Используйте для этого индекс Жаккара:

$$K = \frac{C}{(A+B)} \cdot 100\%, \quad (3.1)$$

где А – число видов данной группы, встречающихся только в первом сообществе, В – число видов данной группы, встречающихся только во втором сообществе, С – число видов, общих для обоих сообществ.

Этот коэффициент равен 1 при полном совпадении видов на двух участках либо в двух сообществах и нулю при абсолютной несхожести, отсутствии хотя бы одного общего вида.

Ковыльная степь: степной жаворонок, полевой жаворонок, малый жаворонок, каменка-плясунья, каменка-плекшанка, лунь степной, орел степной.

Посевы с лесополосами: степной жаворонок, полевой жаворонок, малый жаворонок, желтая трясогузка, розовый скворец, перепел, лунь полевой.

Посевы без лесополос: степной жаворонок, полевой жаворонок, малый жаворонок, каменка-плясунья, чибис, лунь полевой.

Биоценозы сравнивают попарно, сопоставляя видовой состав по систематическим или экологическим группам. Сходство выражается в процентах. На каких участках сообщества более сходны между собой по составу размножающихся птиц?

Задание 3.8

Изучите экологические пирамиды на примере пирамиды биомассы (продуктивности).

Число организмов, а следовательно, и их биомасса с повышением трофического уровня снижаются (рисунок 3.1, цветная вкладка).

Для выполнения задания для примера взять соотношение биомассы по пищевой цепи: трава – кролики – лисицы. Эколог, изучающий небольшой участок луга в течение года, в начале года обнаружил на участке 25 кроликов. К концу года их число достигло 100. Каждый кролик весит около 1,5 кг. Их общая масса составит почти 150 кг. Каждому кролику на 400 г живого веса требуется 4 кг пищи, а всем кроликам – 1600 кг. Предположим, в начале года имелось 600 кг травы, а вырастет её еще 1800 кг. Поскольку масса травы составит 2400 кг, то 800 кг останется. Это значит, что за счет прироста травы система может обеспечить кроликов необходимой пищей.

В рабочей тетради постройте два прямоугольника (друг над другом): нижний будет соответствовать массе травы, а верхний, меньшего размера, - массе кроликов. Это две нижние ступени пирамиды.

Предположим, что на луг проникли две лисицы. Вес каждой 6 кг, следовательно, общий 12 кг. Поскольку лисица потребляет 60 кг пищи, двум хищникам требуется 120 кг крольчатины для выживания. Если каждый кролик весит 1,5 кг, то лисицы съедят 75 кроликов в течение года. К концу года из 100 кроликов на лугу останется всего 25. Это значит, что экосистема обеспечивает травой 100 кроликов, из которых 75 идет на питание двух лисиц.

Затем постройте третью (самую маленькую) ступень пирамиды. Пирамида биомассы в данной пищевой цепи приобретает следующий вид:

2 лисы, съедающие 120 кг крольчатины
100 кроликов, съедающих 1600 кг травы
2400 кг травы

На каждом предыдущем уровне количество биомассы, создаваемой за определенное время (в данном случае за год), больше, чем на последующем уровне.

Ответьте на принципиально важный вопрос: почему с повышением трофического уровня биомассы становится меньше?

Прежде всего, следует учитывать два фактора: биомасса каждый год увеличивается за счет роста и размножения организмов и одновременно сокращается за счет гибели и потребления консументами. Растительные поедают в год не больше того, что производят продуценты.

Следовательно, чем больше биомасса популяции, тем ниже занимаемый ею трофический уровень.

Ответьте на вопросы:

- могут ли существовать замкнутые пищевые цепи между организмами животных, не включающие продуцентов?
- допустимо ли предположение о том, что при таких пищевых цепях консументы погибнут от голода? Да, нет и почему?
- что произойдет, если консументы потребляют питательных веществ больше, чем их образуют продуценты?

Сформулируйте три основных принципа функционирования экосистем, используя понятия:

- круговорот биогенов;
- поток солнечной энергии;
- уменьшение количества биомассы при повышении трофического уровня.

Расчет показателей эффективности ассимиляции и продуцирования

Трофические связи в экологических системах чрезвычайно разнообразны и сложны. Наличие определенного количества трофических групп является показателем устойчивости экосистемы, но для каждого их типа набор

трофических уровней или составляющих их групп является строго определенным.

Для характеристики передачи энергии в экосистемах от одного трофического уровня к другому используют показатели эффективности ассимиляции (ЭА) и эффективности продуцирования (ЭП). 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 построение тела консумента, 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 (таблица 3.4).

Для расчета эффективности ассимиляции (ЭА) и эффективности продуцирования (ЭП) используются следующие формулы (3.2) и (3.3):

$$\text{ЭА} = \frac{A}{I} \cdot 100\%; \quad (3.2)$$

$$\text{ЭП} = \frac{P}{A} \cdot 100\%, \quad (3.3)$$

где I – вся энергия, поступившая с пищей;

A – ассимилированная энергия;

P – энергия, включенная в новую биомассу.

Таблица 3.4 – Значения показателей эффективности ассимиляции (ЭА) и эффективности продуцирования (ЭП) в модели степной экосистемы

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
Эндодермы хищники	80	2

Задание 3.9

Экологическая система включает продуцентов, фитофагов позвоночных, эктотермов хищников и редуцентов. Рассчитайте, сколько энергии будет ассимилировано редуцентами, если фитофаги получат с пищей 1000 кДж.

Задание 3.10

Сколько энергии будет овеществлено волками, если пища зайцев, которых они съели, содержала 20000 кДж энергии?

Задание 3.11

В экологической системе установлены следующие пищевые связи: растения – насекомые – лягушки – змеи – микроорганизмы – редуценты. Сколько энергии должна содержать биомасса растений, если микроорганизмами ассимилировано 10 кДж?

Задание 3.12

Чистая продукция луговой растительности составляет около 1 г на 1 м² в сутки. Сколько корма для домашних животных может заготовить крестьянин с площади 1 га после второго укоса, если первый производился один месяц тому назад?

Задание 3.13

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

Задание 3.14

Изучите отношение вторичной продукции к потребленному и усвоенному корму.

Пользуясь таблицей 3.5, рассчитайте процентное отношение вторичной продукции к потребленному и усвоенному корму для малых сусликов и степных сурков.

Таблица 3.5 – Продукция малых сусликов и степных сурков, тыс. ккал/га (по Ю.А. Усольцеву, 2004)

Вид	Год наблюдения	Корм		Продукция
		потреблено	усвоено	
Суслик	1	535	427	40
Суслик	2	355	283	28
Суслик	3	283	225	17
Сурок	4	278	206	54
Сурок	5	318	239	65

В рабочей тетради дайте оценку эффективности потребления и усвоения корма.

Задание 3.15

Пользуясь данными таблицы 3.6, рассчитайте количество потребленной растительной массы и растительной массы, затраченной на поддержание

жизнедеятельности сусликов, выразив их в процентах к урожаю растительности.

Таблица 3.6 – Показатели трофической деятельности сусликов, кг/га сухой массы (по Ю.А. Усольцеву, 2004)

Год наблюдения	Урожай растительной массы	Изъято сусликами	Кормовые остатки	Экскременты	Прирост популяции, %
1	1150	240	121	24	4,2
2	590	180	101	16	3,0
3	1940	340	247	13	20,0

Определите, в какой год наблюдения суслики наиболее эффективно участвовали в круговороте веществ в данной системе; в какие годы эффективность использования ресурса была выше. Чем это можно объяснить?

Результаты отразите в рабочей тетради.

Задание 3.16

Накопление чистой продукции 55-летних посадок сосны обыкновенной составляет $442 \cdot 10^{10}$ кал/га. Это соответствует преобразованию в среднем около $8 \cdot 10^{10}$ кал/га солнечной энергии в год, тогда как среднегодовая инсоляция составляет $770 \cdot 10^{10}$ кал/га. Определите: а) эффективность ассимиляции сосны; б) количество солнечной энергии, необходимое для выращивания 20 - 50-летнего леса.

Задание 3.17

- Охарактеризуйте набор популяций для 3-4 экосистем. Всегда ли в экосистемах были именно эти популяции?
- Какие изменения произойдут в экосистемах при исчезновении какого-нибудь одного вида животных или растений?
- Составьте ряды сукцессий для следующих экосистем: пшеничное поле; вырубка на месте ельника; песчаный карьер; поляна в лесу; осиновый колос в лесостепи; балка; старинное озеро; город. Какие изменения в будущем могут произойти в этих экосистемах?
- Опишите, каким образом будет меняться набор популяций в каждом ряду сукцессий на каждой стадии.
- Объясните, на чем основаны гомеостатические механизмы в экосистемах.

Сукцессии в лесной экосистеме и динамика лесного фонда

При количественном изучении динамики растительного покрова для получения целостной картины необходимо подразделять множество типов растительности на более или менее укрупненные единицы и изучать их взаимопревращения во времени. Примером такого процесса прогрессивного

развития растительного покрова является классическая сукцессия (смена типов растительного покрова) после вырубке площади, занятой климаксовым (коренным) типом леса, например:



Таким образом, под сукцессией следует понимать последовательную смену на данной территории типов растительного покрова. Различают сукцессии прогрессивные и регрессивные, первичные и вторичные.

Пусть существует n типов состояний растительного покрова;

a_{ij} – интенсивность перехода единицы площади из i -го в j -е состояние,

$$a_{ij} = \frac{1}{t_{ij}}, \quad (3.4)$$

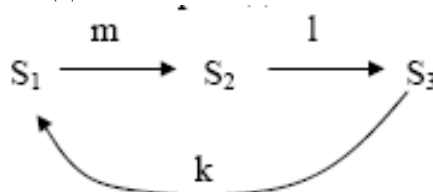
где t_{ij} – время, необходимое для смены i -го типа лесонасаждений на j -й;

S_i – площадь под i -м типом лесонасаждений.

Тогда:

$$\frac{dS_i}{dt} = -\sum_j (a_{ij} \cdot S_j) + \sum_k (a_{ki} \cdot S_k). \quad (3.5)$$

При большом n анализ динамики лесного фонда с помощью уравнения (3.5) требует применения компьютеров. Рассмотрим упрощенный случай, когда $n=3$ и весь лесной фонд классифицируется на три категории состояния: вырубке и гари, лиственные леса промежуточных стадий сукцессии и хвойные насаждения. Их взаимные переходы описываются схемой:



Здесь m – интенсивность зарастания вырубок или гарей лиственными лесами промежуточных стадий сукцессии; l – интенсивность смены насаждений лиственных пород хвойными; k – интенсивность вырубки хвойных лесов.

В этом случае динамика переходов площадей из состояния в состояние удовлетворяет следующей системе уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{dS_1}{dt} &= k \cdot S_3 - m \cdot S_1; \\ \frac{dS_2}{dt} &= m \cdot S_1 - l \cdot S_2; \\ \frac{dS_3}{dt} &= l \cdot S_2 - k \cdot S_3. \end{aligned} \quad (3.6)$$

Кроме того, выполняется соотношение баланса площадей:

$$S = S_1 + S_2 + S_3. \quad (3.7)$$

Из соотношений (3.6) и (3.7) при заданных m , l , k можно определить распределение площадей лесного фонда по трем типам состояний, а зная динамику площадей, можно оценить параметры математической модели. Представляет особый интерес стационарное распределение площадей лесного фонда, которое реализуется в том случае, если $\frac{dS_i}{dt} = 0$, $i=1, 2, 3$. Такое распределение еще называют финальным, так как оно является предельным распределением площадей лесного фонда при бесконечном или очень большом времени переходов для любого начального распределения площадей. Из соотношений (3.6) и (3.7) и условия стационарности распределения легко получить следующие выражения для стационарных площадей:

$$S_1 = \frac{k \cdot l \cdot S}{P}; S_2 = \frac{m \cdot k \cdot S}{P}; S_3 = \frac{m \cdot l \cdot S}{P}, \quad (3.8)$$

где S_i – стационарная площадь i -го типа лесонасаждений;

$$P = (ml + mk + lk). \quad (3.9)$$

Из приведенных выше формул видно, что финальное распределение площадей по категориям состояния определяется величинами кинетических коэффициентов модели, которые играют решающую роль в динамике лесного фонда. Так, если $m=0,02$, $l=0,01$, $k=0,1$, то получим, что в пределе площадь под вырубками будет составлять 31,3% всей площади лесов, площадь под лиственными породами промежуточных стадий сукцессии – 62,6%, а под наиболее ценными хвойными породами – 61,6% всех лесных площадей.

Величина кинетического коэффициента показывает долю площади соответствующего типа лесонасаждений, переходящую за год в следующее сукцессионное состояние. Так, в приведенном выше примере $k=0,1$ говорит о том, что за год вырубается десятая часть площади хвойных насаждений, что довольно много, поэтому в финальном распределении площадей лесного фонда доля хвойных пород так мала.

Сформулируем теперь общее правило составления уравнений, описывающих сукцессионные смены пород. В левой части каждого из них стоит производная по времени величины площади какого-то (i -го) типа насаждений. В правой части – сумма произведений площадей всех типов насаждений, которые могут переходить в данное состояние, минус суммарная интенсивность всех переходов, выводящая насаждение из данного состояния, умноженная на его площадь.

Данные об интенсивности переходов в процессе сукцессионных смен пород можно получить из таблицы 3.7.

Таблица 3.7 – Времена переходов насаждений из состояния в состояние в процессе сукцессионных смен пород в различных условиях рельефа местности приангарской тайги (t_{ij} , лет)

Насаждения	1	2	3	4	5
Вариант 1					
1 – вырубки, гари		5			
2 – осиновый лес			60		
3 – пихтово-осиновый лес				115	100
4 – осиново-пихтовый лес					50
5 – пихтовый лес	100			500	
Вариант 2					
1 – вырубки, гари		10			
2 – лиственно-осиновый лес			90		650
3 – пихтово-кедровый лес				7	
4 – пихтовый лес					75
5 – кедрово-пихтовый	100			25	
Вариант 3					
1 – вырубки, гари		50	100		
2 – березовый лес			60		
3 – пихтово-березовый лес				100	30
4 – березово-пихтовый лес					55
5 – пихтовый лес	100			40	
Вариант 4					
1 – вырубки, гари		60	300		
2 – елово-березово-пихтовое редколесье				70	
3 – елово-кедрово-лиственничный лес				100	
4 – кедрово-елово-пихтовый лес	100		30		

Модели динамики лесного фонда позволяют учитывать отчуждение лесных площадей под жилищное, транспортное, промышленное строительство и для нужд сельского хозяйства, являясь хорошим инструментом для прогноза последствий таких изъятий. На их основе возможна постановка задач оптимального управления процессами эксплуатации лесов.

Контрольное задание

- 1 Определить финальное распределение площадей лесного фонда по трем типам состояний, если процесс зарастания вырубок древостоями лиственных пород занимает 60 лет, затем хвойные сменяют лиственные за 110 лет, а один раз в 100 лет все площади, занятые хвойными породами, вырубаются.
- 2 Допустим, что процесс зарастания вырубок древостоями лиственных пород занимает 50 лет, хвойные сменяют лиственные за 100 лет. Необходимо, чтобы площадь вырубок в составе всего лесного фонда не превосходила 8%. Какова для выполнения этого условия должна быть интенсивность рубок в хвойной части лесонасаждений?

- 3 По данным таблицы 3.7 построить систему уравнений, описывающую динамику смены пород для каждого типа рельефа, определить финальное распределение площадей по видам насаждений при суммарной площади $S=100$ ед.

Задание 3.18

Изучите круговороты веществ на примере биогеохимического цикла азота.

Основным принципом функционирования экосистем является приток одних веществ и удаление других в процессе круговорота всех элементов. Типичным примером может служить круговорот азота. Пользуясь таблицами, рисунками 3.2 и 3.3, составьте в рабочей тетради схему биогеохимического цикла азота.

Обозначьте стрелками: 1) *синей* – движение азота к растениям от мест его фиксации (бобовые растения, промышленность, атмосферные электроразряды); 2) *красной* – движение органических азотсодержащих соединений по цепям питания – к растениям, животным, к бактериям, выделяющим газообразный азот, и к бактериям, фиксирующим его; 3) *зеленой* – выделения неорганических азотных соединений в окружающую среду.

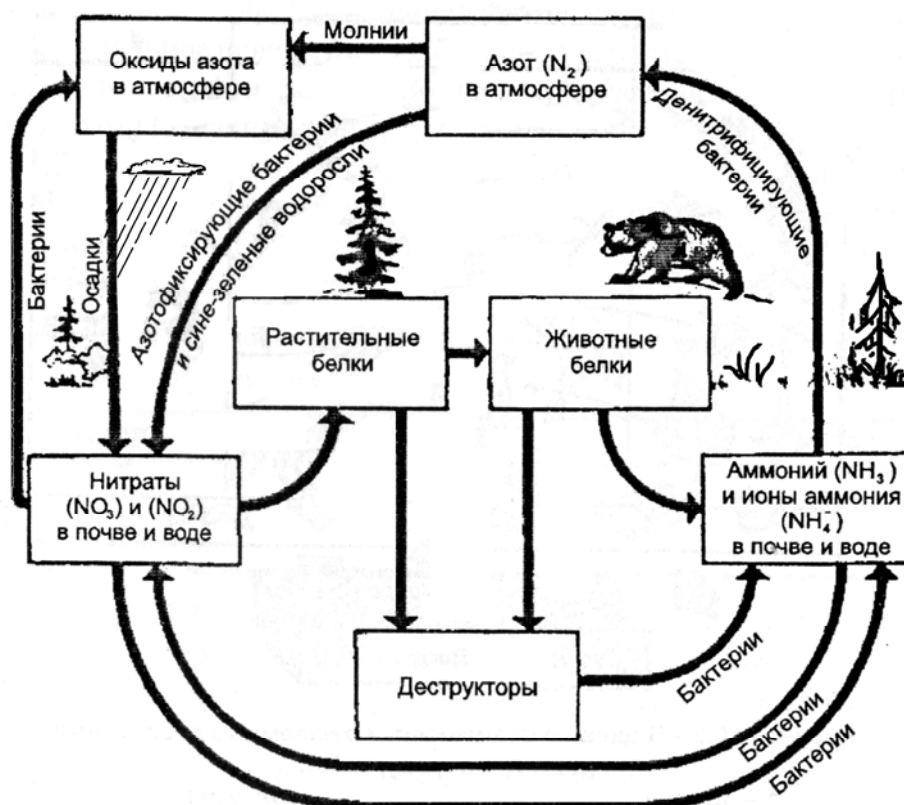
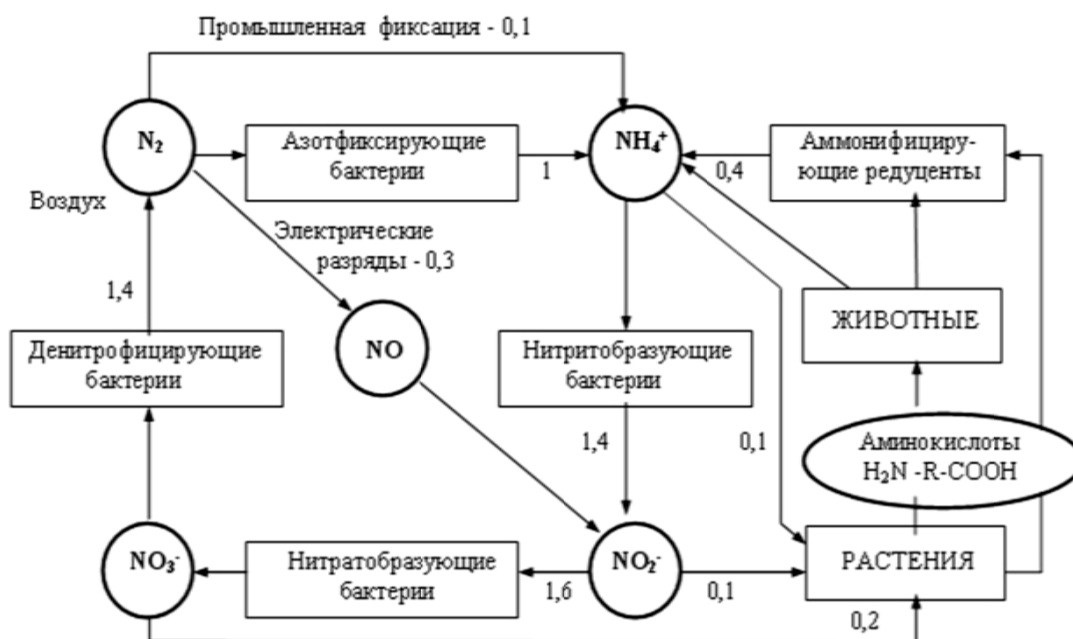


Рисунок 3.2 – Биогеохимический цикл азота (по Е.А. Криксунову и др., 1995)



Примечание: цифры у стрелок – ориентировочные значения годовых расходов в Гт

Рисунок 3.3 – Биогеохимический круговорот азота (по Т.А. Акимовой, А.П. Кузьмину, В.В. Хаскину, 2007)

Задание 3.19

Заполните прямоугольники в упрощенной схеме биогеохимического круговорота углерода в биосфере (рисунок 3.4) следующими компонентами:

- углекислый газ атмосферы;
- зеленые растения;
- травоядные животные;
- хищники;
- сжигание топлива человеком;
- вулканическая деятельность;
- мертвые растительные и животные организмы;
- ископаемое топливо.

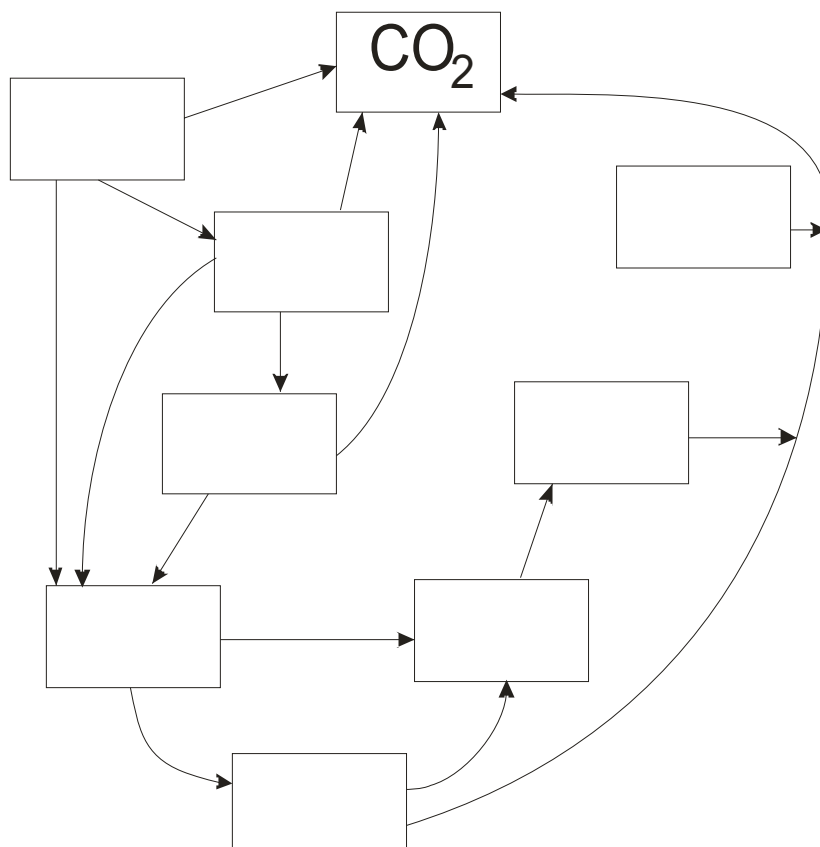


Рисунок 3.4 – Упрощенная схема биогеохимического круговорота углерода в биосфере

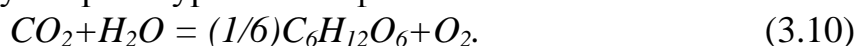
Задание 3.20

Изучите общую структуру биосферы, закономерности ее сложения, пределы активной жизни в биосфере. Пользуясь рисунком 3.5 (см. цветную вкладку), постройте в тетради общую схему биосферы, указав компоненты аэробииосферы, гидробиосферы и геобиосферы. На схеме отметьте пределы активной жизни.

Материальные потоки веществ в лесных экосистемах. Расчет количества потребляемых и выделяемых веществ в процессе функционирования лесных экосистем

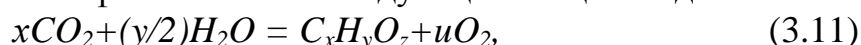
Одними из самых распространенных на Земле являются лесные экосистемы. От происходящих в них процессах зависит жизнь большинства организмов на нашей планете.

Важнейший материально-энергетический процесс в лесных экосистемах – фотосинтез, в результате его действия образуются органические вещества из минеральных компонент с помощью энергии солнца. В процессе фотосинтеза тесно взаимодействуют различные составные части экосистемы: атмосфера, почва и древесные растения. Все они связаны потоками веществ, которые наглядно представлены в суммарном уравнении фотосинтеза:



Углекислый газ поступает в растения из атмосферы, вода – из почвы, органическое вещество накапливается в самих растениях, а свободный кислород выделяется в атмосферу.

Через процесс фотосинтеза осуществляется одна из важнейших экологических функций лесов – газовая функция, в результате чего из атмосферы выводится углекислый газ и поступает кислород. Важно уметь количественно оценивать такое воздействие лесов на окружающую среду. Расчеты количества потребляемых и выделяемых при фотосинтезе веществ можно выполнить по суммарному уравнению, описывающему процесс создания древесины и поэтому отличающемуся от приведенного выше, где описан процесс синтеза сахаров. Так как химический состав древесины разных древесных пород различен, то с целью получения формул, пригодных во всех случаях, рассмотрим уравнение фотосинтеза в следующем общем виде:



где коэффициенты уравнения x , y , z определяются химическим составом древесины соответствующей породы, а коэффициент u определяется через x , y , z из уравнения баланса числа атомов кислорода:

$$2x + y/2 = z + 2u,$$

откуда

$$u = x + y/4 - z/2. \quad (3.12)$$

Элементный состав древесины 3-х основных лесобразующих пород приведен в таблице 3.8. В учебных целях в составе органического вещества древесины учитывается содержание только четырех основных элементов – углерода (C), водорода (H), кислорода (O) и азота (N).

Таблица 3.8 – Элементный состав древесины основных лесобразующих пород, % абсолютно сухого веса

Порода	C , %	H , %	O , %	N +зольн. эл-ты, %
Ель	50,5	6,2	43,1	0,2
Сосна	49,6	6,4	43,8	0,2
Береза	50,6	6,2	42,1	1,1

Зная химический состав древесины, коэффициенты уравнения фотосинтеза x , y , z рассчитываются по следующей общей формуле:

$$\begin{aligned} x &= \%C/12 \\ y &= \%H/1 \\ z &= \%O/16. \end{aligned} \quad (3.13)$$

Коэффициент u рассчитывается на основе значений x , y , z по формуле 3.12, приведенной выше.

Теперь, если известно количество вещества древесины, созданного в лесу, то количества поглощенных при этом углекислого газа и воды и выделившегося кислорода рассчитываются по следующим формулам:

$$M_{CO_2} = \frac{x}{100} \cdot \text{молекулярный вес } CO_2 \cdot M_{\text{древесины}}$$

$$M_{H_2O} = \frac{y}{200} \cdot \text{молекулярный вес } H_2O \cdot M_{\text{древесины}} \quad (3.14)$$

$$M_{O_2} = \frac{z}{100} \cdot \text{молекулярный вес } O_2 \cdot M_{\text{древесины}}$$

В справочной литературе данные о запасах древесины разных пород даются в кубических метрах, а нам при расчетах по уравнению фотосинтеза необходимо знать массу создаваемой древесины ($M_{\text{древесины}}$) в абсолютно сухом весе. Пересчет объемов древесины на абсолютно сухой вес производится по следующей формуле:

$$M_{\text{древесины}} = P \cdot V, \quad (3.15)$$

где V – объем древесины, P – базисная плотность, кг абсолютно сухого веса на 1 м^3 (для ели – 360, сосны – 400 и для березы – 500 $\text{кг}/\text{м}^3$).

Контрольное задание

Определите массы потребляемых CO_2 и H_2O и выделяемого O_2 в древостоях при создании годового прироста древесины, различного у разных пород в разном возрасте (таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Текущий годовой прирост (V), $\text{м}^3/\text{га}$

Порода	Вариант	Годовой прирост, $\text{м}^3/\text{га}$	Вариант	Годовой прирост, $\text{м}^3/\text{га}$	Вариант	Годовой прирост, $\text{м}^3/\text{га}$
Ель	1	6,2	2	8,2	3	2,1
Сосна	4	6,0	5	7,2	6	2,0
Береза	7	4,7	8	6,3	9	2,3

Оценка водорегулирующей роли леса

Дайте оценку водорегулирующей роли леса, используя следующую формулу *А.И. Миховича*:

$$\text{ДСГ} = \text{ДО} - \text{ДСП} - \text{ДИ}, \quad (3.16)$$

где ДСГ – изменение среднегодовой величины годового подземного стока под влиянием леса;

ДО – изменение среднегодовой суммы осадков;

ДСП – изменение годовой величины поверхностного стока;

ДИ – изменение годового суммарного испарения влаги лесом по сравнению с полем.

Вариант 1

В бассейне реки преобладают суглинистые почвы, на которых может произрастать дубовый древостой, и супесчаные почвы, которые заняты сосняками. Годовая сумма осадков в бассейне реки равна 682 мм, поверхностный сток – 66 мм, подземный сток – 13 мм, суммарное испарение – 603 мм. Под влиянием леса количество осадков увеличилось на 10%, поверхностный сток снизился на 50%. Среднегодовое суммарное испарение дубовыми лесами на свежих почвах – 683 мм, на влажных и сырых – 727 мм (эти почвы занимают 50 и 10% площади бассейна соответственно). На 40%

площади на свежих и влажных почвах произрастают сосняки, суммарное испарение этими лесами – 648 мм.

Ответьте на следующие вопросы:

- Увлажняющую или иссушающую роль будет играть лес?
- Как изменится суммарный годовой речной сток?
- Как изменится подземная составляющая речного стока (при условии полного облесения водосбора)?

Вариант 2

В бассейне реки преобладают песчаные и супесчаные почвы. Годовая сумма осадков равна 641 мм, поверхностный сток – 61 мм, подземный сток – 19 мм, суммарное испарение – 561 мм. Под влиянием сосновых лесов сумма осадков увеличилась на 10%, поверхностный сток уменьшился на 50%. На 80% территории сосновых лесов преобладают свежие почвы, на 15% – влажные и на 5% – сырые, суммарное испарение равно 532, 646 и 718 мм соответственно.

Ответьте на следующие вопросы:

- Как изменится суммарный годовой речной сток?
- Как изменится подземная составляющая речного стока?
- Велика ли увлажняющая роль сосняков?

Вариант 3

В бассейне реки преобладают суглинистые почвы, на которых возможно создание дубовых насаждений. Годовая сумма осадков равна 592 мм, поверхностный сток – 41 мм, подземный сток – 8 мм, суммарное испарение – 543 мм.

Увеличение осадков над лесом составило 3% от их годовой суммы. Поверхностный сток при 100%-й лесистости уменьшился в 10 раз. Суммарное испарение дубовых лесов – 603 мм.

Ответьте на следующие вопросы:

- Увлажняющую или иссушающую роль играют дубовые насаждения при полном облесении водосбора?
- Как изменится при этом суммарный годовой речной сток и его подземная составляющая?
- Как изменится роль леса при снижении лесистости до 20% и создании на водосборной площади системы полезачитных и водопоглотительных полос (условия: увеличение осадков над лесными полосами на 11%, годовая норма поверхностного стока уменьшится на 70%, суммарное испарение по сравнению со 100%-м облесением водосбора уменьшится пропорционально снижению процента лесистости)?

Определение допустимой рекреационной нагрузки на лес

Определите допустимую рекреационную нагрузку на лес, используя следующие формулы:

$$i_r = P_r \cdot T, \quad (3.17)$$

где i_r – суммарная годовая рекреационная нагрузка, чел./га; P_r – среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка, чел./га; T – продолжительность учетного периода при определении рекреационной нагрузки (8760 ч).

$$P_{сд} = 8760 \cdot P_{гд} / T_c, \quad (3.18)$$

где $P_{сд}$ – допустимая среднесезонная единовременная рекреационная нагрузка, чел./га; $P_{гд}$ – среднегодовая допустимая единовременная рекреационная нагрузка, чел./га; T_c – продолжительность сезона отдыха, ч.

$$P_{гд} = \sum_i^T P_n \cdot f_n / 365, \quad (3.19)$$

где $P_{гд}$ – среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка, чел./га; $P_i \dots P_n$ – средние за учетный период единовременные нагрузки в разные сезоны года в рабочие и нерабочие дни с комфортной и дискомфортной погодой в различные сезоны года, чел./га; $f_i \dots f_n$ – среднее многолетнее количество нерабочих и рабочих дней с комфортной и дискомфортной погодой в разные сезоны года, дни.

$$i_{гд} = T_m \cdot P_d \cdot 365, \quad (3.20)$$

где $i_{гд}$ – суммарная годовая допустимая рекреационная нагрузка, чел./га в год; T_m – время, затраченное на моделирование рекреационной нагрузки, вызвавшей появление пороговых значений коэффициента поверхностного стока, ч/м²; P_d – площадь насаждения, выделяемого для рекреационного пользования, м².

Вариант 1

Сосняки – брусничники, черничники и сложные. Коэффициенты соотношения среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки для этих типов леса равны 2,2, 1,0 и 1,2 соответственно. Продолжительность учетного периода составляет 1 год. Определите суммарную годовую рекреационную нагрузку.

Вариант 2

Среднее многолетнее количество нерабочих и рабочих дней с комфортной и дискомфортной погодой равно 52, 53, 129, 131 соответственно, среднее за учетный период единовременное количество отдыхающих в эти дни – 4,68, 1,17, 1,04 и 0,26 чел./га соответственно. Продолжительность сезона отдыха 900 дней. Определите допустимую среднесезонную единовременную рекреационную нагрузку.

Вариант 3

Горные леса Кавказа, тип леса – свежая бучина, свежая дубово-грабовая суббучина и влажная буково-пихтовая рамень. Моделирование нагрузки осуществлялось на площади в 1 м². Время, затраченное на моделирование, в

упомянутых типах леса – 8, 160 и 80 с соответственно. Площадь, выделяемая для рекреационного пользования, определяется делением 1000 на продолжительность цикла получения жизнеспособного подроста (12, 5 и 13 лет соответственно). Определите суммарную годовую допустимую единовременную рекреационную нагрузку при проведении экскурсий и единовременное количество отдыхающих на 1 га в среднем за учетный период (8760 ч).

Экономическая оценка биологических ресурсов на основе метода восстановительной стоимости

Прикладные методы оценки биологических ресурсов можно разделить на три группы:

- методы оценки по восстановительной стоимости объектов, основанные на принципе условного замещения одних ресурсов (естественных) другими (искусственными);
- методы оценки современной стоимости будущего потока доходности или капитализации ренты, основанные на принципах сравнения разновременных затрат и доходов;
- методы сравнительного анализа продаж или аналоговые.

Все три подхода могут быть успешно применены для оценки биологического разнообразия как при определении стоимости отдельных видов биологических ресурсов и их сочетаний, так и при оценке альтернативных вариантов развития определённых природных территорий. В качестве предмета оценки помимо доходов, прямых и косвенных, приносимых биологическими объектами, могут выступать естественные параметры природных комплексов.

Рассмотрим несколько примеров оценки биологических ресурсов на основе метода восстановительной стоимости (Медведева, 1999).

I Редкие и исчезающие виды животных

Охрана и восстановление данной категории животных является одной из актуальных задач охраны природы в настоящее время. Меры практической охраны, связанные с расчётом экономической и социальной эффективности программ их восстановления, невозможны без денежной оценки большинства редких видов животных. Алгоритм оценки:

- определение пороговой численности (численности, достаточной для выхода вида из категории редких или исчезающих);
- определение капитализированных затрат на искусственное разведение или содержание данного вида в неволе;
- умножение полученных значений на пороговую численность для определения суммарных затрат, необходимых для восстановления или сохранения популяции вида в природе;
- далее значения условных капитализированных затрат соотносятся с фактической численностью вида в природе для определения доли каждого вида в общей стоимостной оценке.

В качестве примера применения затратного метода для оценки редких видов животных проведём расчёт (в сокращённом варианте) восстановительной стоимости зубра для обоснования эффективности программы восстановления численности этого животного в природе. Величина затрат на содержание и разведение зубров определена по материалам Подмосковского зубрового питомника. Пороговая численность зубров на территории их естественного ареала (Россия, Украина, Беларусь, республики Закавказья) определена специалистами ВНИИприроды в ходе составления программы по восстановлению промысловой численности вида.

Задание 3.21

Используя предложенный алгоритм оценки, заполните пустые ячейки в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Оценка восстановительной стоимости зубра

Показатели	Значения
Полная капитализированная стоимость разведения в питомнике животного до трехлетнего возраста ($C_{нк}$)	7346,9 \$/год
Общая численность животных, позволяющая начать промышленное освоение популяции ($Ч_{пром}$)	10000 голов
Суммарные затраты на получение пороговой численности ($З_{сумм} = C_{нк} \cdot Ч_{пром}$)	_____ тыс. \$/год
Фактическая численность зубра в 2001 году ($Ч_{факт}$)	1460 голов
Восстановительная стоимость зубра ($З_{сумм}/Ч_{факт}$)	_____ тыс. \$/год

II Охотничьи виды животных

Оценка охотничьих видов животных очень часто производится по затратам на искусственное разведение животных аналогов. В качестве таких затрат могут использоваться данные о капитализированных затратах на выращивание одного взрослого животного с обязательным учётом его коэффициента ценности в пушном звероводстве, на фермах и в питомниках. Суммируя эти затраты по видам животных, мы получаем затраты, необходимые для условного получения существующего потенциала охотничьих ресурсов искусственным способом:

$$C = \sum_{i=1}^n K_i \cdot N_i / K_{пр}, \quad (3.21)$$

где C – восстановительная стоимость охотничьих животных;
 i – вид животного, $i = 1 \dots n$;

K_i – капитализированные затраты на разведение одной особи i -го вида животного в неволе;

N_i – численность i -го вида животного;

K_{pr} – коэффициент ценности.

Задание 3.22

Пользуясь предложенной формулой, определите и занесите в таблицу стоимость капитализированных затрат на разведение одной особи белки, лисицы, кабана и косули в Московской области (исходные данные даны в таблице 3.11).

Для получения исходных данных использовались расчёты специалистов ВНИИприроды, основанные на обследованиях охотничьих угодий Московской области в 1992-94 гг. В качестве эталонных видов послужили норка, лисица, лось и гуси. Полученные значения стоимости эталонных видов распространялись на другие виды животных путём применения условных коэффициентов их ценности. Коэффициент ценности для каждого охотничьего вида животного определяется соотношением цен на охотничью продукцию, средних весов животных и других параметров.

Таблица 3.11 – Характеристики некоторых животных, предназначенных для спортивной и промысловой охоты в Московской области

Виды животных	K_i , \$	N_i , тыс. голов	K_{pr}	C_i , тыс. \$	C , тыс. \$
Белка		270	00,07	8578,0	12399,5
Лисица		12,6	1,08	452,2	
Кабан		23	00,27	3234,4	
Косуля		3,7	0,07	134,9	

III Растительность, экосистемы

Оценка лесных и других растительных ресурсов, не имеющих товарного потребления и выполняющих преимущественно рекреационные экологические функции, может производиться по стоимости:

- закладки и выращивания лесных насаждений определённого породного состава и возраста;
- выращивания каждого отдельного дерева;
- воспроизводства совокупной биомассы конкретного лесного массива.

Восстановительная стоимость лесов, полученная через оценку воспроизводства биомассы, будет, по-видимому, аккумулировать в себе и другие «недревесные» ценности леса, такие как рекреационные ресурсы, вторичная продукция леса. На это указывают регрессионные зависимости между доходами от «недревесных» полезностей леса и запасом биомассы и древесины (установлены рядом зарубежных исследователей).

Применение метода восстановительной стоимости к экосистемам в целом означает, что полная стоимость биологических ресурсов экосистемы

определяется условными затратами на производство в искусственных условиях всего органического вещества, продуцируемого данной экосистемой. Суммарная биомасса биоценоза определяется запасами сухого органического вещества, содержащегося в отдельных компонентах экосистемы (Ковда, Янушевская, 1975). Такими компонентами любой экосистемы являются:

- животные, микроорганизмы и водоросли;
- травянистая растительность, древесные растения;
- запас гумуса в почве.

Зная биомассу и условную восстановительную стоимость каждого компонента, можно выйти на оценку совокупного потенциала биологических ресурсов любой территории. Поскольку ключевой характеристикой структуры любого биоценоза или экосистемы является отношение накопленной биомассы к запасам гумуса, имеющие устойчивые параметры для каждого зонального типа экосистемы, то при отсутствии данных о восстановительной стоимости каких-либо компонентов экосистемы можно воспользоваться данными о восстановительной стоимости только одного компонента, например, почвенного гумуса (Миско, 1991). Тогда восстановительная стоимость экосистемы будет определяться формулой:

$$C = \frac{C_r}{e}, \quad (3.22)$$

где C – восстановительная стоимость экосистемы;

C_r – восстановительная стоимость почвы;

e – доля почвенного гумуса в общем запасе углерода экосистемы.

При наличии на оцениваемой территории редких и исчезающих видов растений и животных их восстановительная стоимость, рассчитанная по затратам замещения, должна быть дополнительно включена в стоимостную оценку совокупного биологического потенциала. Это вызвано тем, что наличие или отсутствие единичных видов растений и животных в экосистеме практически невозможно учесть из-за несоответствия порядков измерения их биомасс.

В результате применения данного подхода были получены следующие ориентировочные значения экономических оценок основных типов экосистем России (таблица 3.12).

Задание 3.22

Пользуясь известными данными, дайте эколого-экономическую оценку потенциала биологических ресурсов лесного массива естественных хвойно-лиственных насаждений площадью 9 тыс. га на севере Орловской области с учётом обитания на этом участке стада зубров численностью 18 голов.

Для решения задачи используйте также результаты, полученные при выполнении задания 3.21.

Таблица 3.12 – Эколого-экономическая оценка потенциала биологических ресурсов России (тыс. \$/1 га)

Природные зоны	Биоресурсы, всего	В том числе		
		гумус	растения	животные
Тундра	28,31	7,47	20,77	0,07
Лесотундра	60,38	14,07	46,25	0,06
Тайга	92,44	18,58	73,67	0,19
Широколиственный лес	138,00	40,30	97,15	0,55
Лесостепь	124,31	76,20	47,49	0,62
Степь	110,44	103,15	6,63	0,66
Полупустыня	63,19	59,07	3,48	0,64
Пустыня	15,94	14,90	0,80	0,24

Контрольные вопросы

- 1 Что такое экологическая система? Какие биосистемы изучает экология?
- 2 Из каких компонентов состоят экосистемы?
- 3 Можно ли космический корабль назвать экосистемой?
- 4 Энергетика экосистем. Цепи и сети питания.
- 5 Что такое продуктивность экосистемы?
- 6 Экологическая пирамида. Поток вещества и энергии в экосистеме.
- 7 Биологическая продуктивность.
- 8 Чем отличаются большой и малый круговороты веществ?
- 9 Какие процессы лежат в основе круговорота азота и фосфора?
- 10 Как влияет человек на биогеохимический цикл фосфора?
- 11 Динамика и стабильность экосистем.
- 12 Что такое сукцессия и причина её возникновения? В чём сущность первичной и вторичной сукцессии?
- 13 Каковы последствия антропогенной эвтрофикации водоёмов?
- 14 Биотические связи организмов в биоценозах. Их характеристика.
- 15 Биотические связи животных и растений.
- 16 Трофические связи животных и растений.
- 17 Экологическая ниша.
- 18 Видовая и пространственная структура биоценоза.
- 19 Экологическая структура. Простые и сложные биоценозы.

Тестовые задания по курсу «Экология»

- 1 Термин «экология» предложил:
 - а) А. Тенсли;
 - б) В.И. Вернадский;
 - в) Э. Геккель;
 - г) Ч. Дарвин.
- 2 Кем был введен термин «биоценоз»?
 - а) С. Форбс;
 - б) В. Шелфорд;
 - в) К. Мебиус;
 - г) Р. Линдеман.
- 3 Кто обосновал понятие экологической системы?
 - а) А. Тенсли;
 - б) В. Шелфорд;
 - в) К.Ф. Рулье;
 - г) В.И. Вернадский.
- 4 Кто изложил основные методы расчета энергетического баланса экосистем?
 - а) Р. Линдеман;
 - б) А. Тенсли;
 - в) В. Шелфорд;
 - г) Ф. Клементс.
- 5 Количественные методы в экологии получили распространение после работ:
 - а) А. Лотка и В. Вольтерры;
 - б) Ф. Клементса;
 - в) В. Шелфорда;
 - г) К.Ф. Рулье.
- 6 Кто обосновал представление о биогеоценозе?
 - а) В.Н. Сукачев;
 - б) Г. Гаузе;
 - в) М.С. Гиляров;
 - г) А. Тенсли.
- 7 Термин «биосфера» ввел:
 - а) Э. Зюсс;
 - б) К.Ф. Рулье;
 - в) А. Тенсли;
 - г) Ф. Клементс.
- 8 Основоположник отечественной экологии:
 - а) К.Ф. Рулье;
 - б) А. Тенсли;
 - в) А. Гумбольдт;
 - г) В. Шелфорд.
- 9 Благодаря работам этого ученого развитие науки экологии имело эволюционно-экологическую направленность:

- а) А. Тенсли;
 - б) Ч. Дарвин;
 - в) Э. Геккель;
 - г) В.И. Вернадский.
- 10 Какой ученый обосновал закон толерантности?
- а) В. Шелфорд;
 - б) А. Тенсли;
 - в) И.И. Шмальгаузен;
 - г) Э. Зюсс.
- 11 Кто определил понятие трофических уровней и правило экологических пирамид?
- а) А. Тенсли;
 - б) Р. Линдеман;
 - в) Ч. Элтон;
 - г) В. Шелфорд.
- 12 Ученый, выдвинувший новую концепцию биосферы и роли живого вещества в круговороте веществ:
- а) К.Ф. Рулье;
 - б) А. Тенсли;
 - в) В.И. Вернадский;
 - г) В. Шелфорд.
- 13 Закончите определение. Биоценоз – это совокупность организмов:
- а) одного вида, обитающих на определенной территории;
 - б) разных видов, совместно живущих и связанных друг с другом;
 - в) одного вида, обитающих на разнородных участках ареала;
 - г) обитающих в одной биогеографической области.
- 14 Пищевые отношения между организмами в биоценозе называются:
- а) вертикальными;
 - б) трофическими;
 - в) экосистемными;
 - г) конкурентными.
- 15 Определите правильно составленную пастбищную цепь питания:
- а) леопард – газель – трава;
 - б) клевер – заяц – орел – лягушка;
 - в) перегной – дождевой червь – землеройка – горностай;
 - г) трава – зеленый кузнечик – лягушка – уж.
- 16 Последовательная смена биоценозов при постепенном направленном изменении условий среды называется:
- а) адаптацией;
 - б) эволюцией;
 - в) сукцессией;
 - г) динамичностью.
- 17 Назовите типы биологических ритмов (приливо-отливные – А, суточные – Б, годовые – В), определяющих следующие явления:
- а) перелеты птиц с мест гнездования в южные районы;

- б) спячка бурых медведей;
 - в) утреннее раскрывание цветков растений;
 - г) линька соболя;
 - д) периодичность открывания и запираания раковин устриц в прибрежной зоне;
 - е) цветение покрытосеменных растений умеренных широт;
 - ж) сон и бодрствование человека;
 - з) наибольшая восприимчивость кожи человека к косметическому уходу;
 - и) авитаминозы у человека;
 - к) осенний листопад.
- 18 Способность экосистемы к поддержанию динамического равновесия называется:
- а) выживаемостью;
 - б) гомеостазом;
 - в) плотностью;
 - г) дигрессией;
- 19 Минимальный уровень энергии в экосистеме будет у:
- а) продуцентов;
 - б) консументов первого порядка;
 - в) редуцентов;
 - г) консументов.
- 20 Где расположены наименее продуктивные экосистемы? Выберите правильные ответы:
- а) в тропических лесах;
 - б) в субтропических лесах;
 - в) в умеренных лесах;
 - г) в жарких пустынях;
 - д) в степях и саваннах;
 - е) в горах выше 3000 м;
 - ж) в арктических пустынях.
- 21 Процесс разрушения соединений азота до молекулярного состояния:
- а) аммонификация;
 - б) редукция;
 - в) денитрификация;
 - г) деструкция.
- 22 Определите, к каким факторам среды – абиотическим (А), биотическим (Б) и антропогенным (В) – можно отнести следующие факторы:
- а) хищничество;
 - б) вырубка лесов;
 - в) влажность воздуха;
 - г) температура воздуха;
 - д) паразитизм;
 - е) свет;
 - ж) строительство зданий;
 - з) давление воздуха;

- и) конкуренция;
 - к) выброс углекислого газа заводами;
 - л) соленость воды.
- 23 В каждом из предложенных примеров выберите тот фактор, который можно считать лимитирующим:
- а) для растений на глубине 6000 м:
вода, температура, углекислый газ, свет;
 - б) для растений в пустыне летом:
температура, свет, вода;
 - в) для скворца зимой в подмосковном лесу:
температура, пища, кислород, влажность воздуха, свет;
 - г) для речной обыкновенной щуки в Черном море:
температура, свет, пища, соленость воды, кислород;
 - д) для кабана зимой в северной тайге:
температура, свет, кислород, влажность воздуха, высота снежного покрова.
- 24 «Пленки жизни» образуются на границе раздела следующих сред:
- а) атмосфера – педосфера;
 - б) атмосфера – гидросфера – недра земли;
 - в) техносфера – гидросфера – литосфера;
 - г) атмосфера – литосфера – гидросфера.
- 25 Расположите перечисленные источники энергии в порядке убывания их экологической опасности:
- а) ГЭС;
 - б) ТЭЦ на природном газе;
 - в) солнечные электростанции;
 - г) АЭС;
 - д) ТЭЦ на угле;
 - е) приливно-отливные электростанции.
- 26 Проблема разрушения озонового слоя относится к проблемам:
- а) локального характера;
 - б) регионального характера;
 - в) глобального характера;
 - г) районного масштаба.
- 27 Способность ядовитых веществ оказывать вредное действие на живые организмы называется:
- д) токсичность;
 - е) техногенез;
 - ж) автогенез;
 - з) куммулятивность.
- 28 Тератогенное действие на живые организмы – это действие:
- а) на поджелудочную железу;
 - б) на почки;
 - в) на плод в утробе матери;
 - г) на рядом находящиеся живые организмы.

- 29 Развитие злокачественных опухолей под воздействием вредных факторов называется:
- а) онтогенез;
 - б) канцерогенез;
 - в) филогенез;
 - г) биогенез.
- 30 Использованные люминесцентные лампы являются источником одного из наиболее опасных ядов – ионов:
- а) *Pb* – свинца;
 - б) *Cd* – кадмия;
 - в) *Hg* – ртути;
 - г) *Ni* – никеля.
- 31 Болезнь Минамата, приводящая к глухоте, параличу и смерти людей, вызывается:
- а) повышенным содержанием в пище кобальта (*Co*);
 - б) повышенным содержанием в пище ртути (*Hg*);
 - в) нехваткой микроэлементов;
 - г) обезвоживанием организма.
- 32 Основным компонентом атмосферы является:
- а) кислород;
 - б) водяные пары;
 - в) аргон;
 - г) азот.
- 33 Озоновый экран защищает живые организмы, населяющие планету, от воздействия:
- а) вулканических выбросов;
 - б) жесткого ультрафиолетового излучения;
 - в) хозяйственной деятельности человека;
 - г) парникового эффекта.
- 34 Постепенное потепление климата на планете называют:
- а) озоновым экраном;
 - б) парниковым эффектом;
 - в) фотохимическим смогом;
 - г) локальным загрязнением атмосферы.
- 35 Основной причиной глобального потепления климата является:
- а) изменение естественного радиоактивного фона;
 - б) увеличение в атмосфере концентрации диоксида углерода (*CO₂*);
 - в) истончение озонового слоя;
 - г) увеличение в атмосфере концентрации диоксида серы (*SO₂*).
- 36 Озоновый слой атмосферы разрушается под действием:
- а) жесткой солнечной радиации;
 - б) углекислого газа;
 - в) хлорфторуглеродов;
 - г) изменения геомагнитных свойств атмосферы.

- 37 Основной причиной выпадения кислотных дождей считают воздействие на атмосферу:
- а) электромагнитных излучений;
 - б) выбросов сернистого газа;
 - в) высокотоксичных соединений;
 - г) мелких частиц сажи.
- 38 Ядовитый туман, образующийся при воздействии солнечного света на смесь выбросов промышленных предприятий и транспорта, называют:
- а) фотохимическим смогом;
 - б) задымлением атмосферы;
 - в) лондонским смогом;
 - г) парниковым эффектом.
- 39 Воды Мирового океана относят к:
- а) неисчерпаемым природным ресурсам;
 - б) возобновляемым (исчерпаемым) природным ресурсам;
 - в) невозобновляемым (исчерпаемым) природным ресурсам;
 - г) вечным природным ресурсам.
- 40 Запасы пресной питьевой воды сосредоточены в основном в:
- а) озерах и прудах;
 - б) ледниках;
 - в) реках;
 - г) почве.
- 41 Возросший дефицит пресной воды вызван в основном:
- а) ухудшением климата;
 - б) резким уменьшением объема грунтовых вод;
 - в) загрязнением водоемов;
 - г) глобальным засолением почв.
- 42 Приоритетным загрязнителем Мирового океана является:
- а) бытовой мусор;
 - б) нефть и нефтепродукты;
 - в) биологические отходы;
 - г) твердые промышленные отходы.
- 43 Незамерзание водоемов в холодное время года – один из признаков:
- а) естественной эвтрофикации водоема;
 - б) теплового загрязнения водоема;
 - в) здорового состояния водоема;
 - г) засорения поверхностного водоема.
- 44 Эвтрофикацией водоемов называют:
- а) быстрое накопление органических веществ, ускоренное развитие микрофлоры и микрофауны;
 - б) быстрое бытовое загрязнение водоемов синтетическими моющими средствами;
 - в) активное загрязнение водоемов продуктами нефтепереработки;
 - г) активное поступление в водоемы солей тяжелых металлов.
- 45 Природный ресурс лес относится к:

- а) неисчерпаемым природным ресурсам;
 - б) возобновляемым (исчерпаемым) природным ресурсам;
 - в) невозобновляемым (исчерпаемым) природным ресурсам;
 - г) вечным природным ресурсам.
- 46 Основной экологической функцией лесов может считаться:
- а) поставка продуктов питания;
 - б) средообразующая функция;
 - в) топливно-энергетическая функция;
 - г) эстетическая функция.
- 47 Истребление лесов на обширных территориях приводит к:
- а) смягчению климатических условий;
 - б) увеличению видового разнообразия;
 - в) усилению эрозии почв;
 - г) уменьшению испарения.
- 48 Удовлетворение потребностей человека в древесине производится за счет:
- а) лесов первой группы;
 - б) лесов третьей группы;
 - в) лесов второй группы;
 - г) вторичной переработки древесины.
- 49 Наиболее чувствительными к загрязнителям воздуха (в первую очередь к SO_2) являются:
- а) газонные травы;
 - б) широколиственные породы;
 - в) многолетние травы;
 - г) хвойные породы.
- 50 Выращивание леса на некогда вырубленных или выжженных лесных площадях называют:
- а) первичной сукцессией;
 - б) лесовозобновлением;
 - в) лесоводством;
 - г) ирригацией.
- 51 Богатства недр относятся к:
- а) неисчерпаемым природным ресурсам;
 - б) вторичным ресурсам;
 - в) невозобновляемым (исчерпаемым) природным ресурсам;
 - г) вечным природным ресурсам.
- 52 Деградацией почвы называют процесс:
- а) роста численности населяющих почву микроорганизмов;
 - б) снижения плодородия почв;
 - в) размыкания круговорота веществ;
 - г) разрушения и сноса верхних слоев литосферы.
- 53 Особенно сильно подвергаются водной эрозии почвы, расположенные на:
- а) плоской поверхности со слабой растительностью;
 - б) плоской поверхности без растительности;
 - в) наклонной поверхности, заросшей кустарником;

- г) наклонной поверхности без растительности.
- 54 Повторную переработку образовавшихся ранее отходов называют:
- а) реутилизацией;
 - б) детоксикацией;
 - в) захоронением;
 - г) сортировкой.
- 55 Оценка воздействия на среду жизни, природные ресурсы и здоровье людей комплекса хозяйственных нововведений в масштабах региона называется:
- а) экологическое нормирование;
 - б) экологическая экспертиза;
 - в) экологический мониторинг;
 - г) экологический контроль.
- 56 Какие страны оказывают наибольшее отрицательное воздействие на окружающую среду?
- а) развивающиеся;
 - б) развитые;
 - в) страны с переходной экономикой;
 - г) островные государства.
- 57 Тип биоценотических отношений, в которые вступает вид, используя для своих сооружений продукты выделения или мертвые остатки или даже живых особей другого вида:
- а) фабрические связи;
 - б) форические связи;
 - в) трофические связи;
 - г) топические связи.
- 58 Участие одного вида в распространении другого:
- а) паразитизм;
 - б) фабрические связи;
 - в) форические связи;
 - г) топические связи.
- 59 Данный вид связей заключается в любом физическом или химическом изменении условий обитания одного вида в результате жизнедеятельности другого:
- а) топические связи;
 - б) форические связи;
 - в) трофические связи;
 - г) фабрические связи.
- 60 Распространение животными семян, плодов, спор растений называют:
- а) зоохорией;
 - б) анемохорией;
 - в) гетерофилией;
 - г) гидрохорией.

- 61 У видов, живущих в более холодном климате, выступающие части тела (хвост, уши и др.) меньше, чем у родственных видов из более теплых мест:
- а) правило Глогера;
 - б) правило Аллена;
 - в) правило Бергмана;
 - г) правило Вант-Гоффа.
- 62 Согласно правилу Бергмана, при продвижении на север средние размеры тела в популяциях эндотермных животных:
- а) увеличиваются;
 - б) уменьшаются;
 - в) не изменяются;
 - г) нет правильного ответа.
- 63 Животные, не способные поддерживать температуру тела в узких границах:
- а) гомойотермные;
 - б) пойкилотермные;
 - в) эндотермные;
 - г) эктотермные;
- 64 Животные, способные поддерживать температуру тела независимо от окружающей температуры:
- а) гомойотермные;
 - б) эндотермные;
 - в) эктотермные;
 - г) пойкилотермные.
- 65 Среди наземных растений в зависимости от местообитания выделяют следующие экологические группы:
- а) мезофиты;
 - б) ксерофиты;
 - в) ксерофилы;
 - г) гигрофиты;
 - д) кальцефиты.
- 66 Животных по степени связи с почвой как средой обитания объединяют в следующие группы:
- а) геобионты;
 - б) гидрофиты;
 - в) гигрофиты;
 - г) геофилы;
 - д) гигрофилы;
 - е) галлофилы.
- 67 Животные, заселяющие сыпучие подвижные пески:
- а) псаммофилы;
 - б) галлофилы;
 - в) псаммофиты;
 - г) геофилы.

- 68 По В.И. Вернадскому, это вещество создается в биосфере одновременно живыми организмами и косными процессами, представляя системы динамического равновесия тех и других (почва, кора выветривания, природные воды, свойства которых зависят от деятельности на Земле живого вещества):
- а) биокосное вещество;
 - б) биогенное вещество;
 - в) косное вещество;
 - г) живое вещество.
- 69 Согласно В.И. Вернадскому, совокупность веществ в биосфере, в образовании которых живые организмы не участвуют:
- а) косное вещество;
 - б) живое вещество;
 - в) биогенное вещество;
 - г) биокосное вещество.
- 70 По В. И. Вернадскому, это совокупность всех живых организмов современной биосферы:
- а) живое вещество;
 - б) биогенное вещество;
 - в) косное вещество;
 - г) биокосное вещество.
- 71 По В. И. Вернадскому, это вещество создается и перерабатывается жизнью, совокупностями живых организмов, например, нефть, каменный уголь, известняки:
- а) живое вещество;
 - б) биогенное вещество;
 - в) косное вещество;
 - г) биокосное вещество.
- 72 Своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами:
- а) литосфера;
 - б) биосфера;
 - в) атмосфера;
 - г) гидросфера.
- 73 Фотосфера – относительно ярко освещенный слой:
- а) атмосферы;
 - б) литосферы;
 - в) биосферы;
 - г) гидросферы.
- 74 Пространство аэробииосферы, куда жизнь проникает лишь случайно и не часто, где организмы не размножаются:
- а) тропобиосфера;
 - б) фитосфера;
 - в) парабииосфера;

- г) эоловая зона.
- 75 К автотрофам относят:
- а) зеленые растения;
 - б) бактерии, способные к фотосинтезу;
 - в) грибы;
 - г) животные.
- 76 Растительный компонент биоценоза:
- а) фитоценоз;
 - б) зооценоз;
 - в) биоценоз;
 - г) биотоп.
- 77 Относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство, занятое биоценозом, называют:
- а) биотопом;
 - б) биомом;
 - в) биоценозом;
 - г) экотопом.
- 78 Виды, занимающие ведущее, господствующее положение в биоценозе, называют:
- а) преобладающими;
 - б) доминирующими;
 - в) эдификаторами;
 - г) консортами.
- 79 Положение вида, которое он занимает в общей системе биоценоза, комплекс его биоценотических связей и требований к абиотическим факторам среды называют:
- а) экологической нишей;
 - б) экологической структурой биоценоза;
 - в) трофической структурой биоценоза;
 - г) пространственной структурой биоценоза.
- 80 Тип межвидовых взаимоотношений, при котором оба вида независимы и не оказывают друг на друга никакого влияния:
- а) паразитизм;
 - б) нейтрализм;
 - в) аменсализм;
 - г) комменсализм.
- 81 Тип межвидовых взаимоотношений, при котором один вид подавляет существование другого вида, не испытывая противодействия:
- а) мутуализм;
 - б) аменсализм;
 - в) паразитизм;
 - г) комменсализм.
- 82 Неразделимые взаимопользные связи двух видов, предполагающие обязательное тесное сожительство организмов, иногда даже с элементами паразитизма:

- а) комменсализм;
 - б) паразитизм;
 - в) аменсализм;
 - г) симбиоз.
- 83 Взаимоотношения организмов, при которых один вид получает пользу, не нанося ущерб другому:
- а) хищничество;
 - б) конкуренция;
 - в) комменсализм;
 - г) мутуализм.
- 84 Нахлебничество (взаимоотношения акул с рыбами-прилипалами, льва и гиен, подбирающих остатки недоеденной пищи) является разновидностью:
- а) комменсализма;
 - б) конкуренции;
 - в) паразитизма;
 - г) мутуализма.
- 85 Форма взаимоотношений между видами, при которой организмы одного вида живут за счет питательных веществ или тканей организма другого вида в течение определенного времени:
- а) хищничество;
 - б) мутуализм;
 - в) комменсализм;
 - г) паразитизм.
- 86 Тип взаимоотношений, при котором представители одного вида поедают (уничтожают) представителей другого, т. е. организмы одной популяции служат пищей для организмов другой популяции:
- а) хищничество;
 - б) паразитизм;
 - в) аменсализм;
 - г) мутуализм;
- 87 Раздел экологии, изучающий взаимоотношения популяции с окружающей средой:
- а) демэкология;
 - б) синэкология;
 - в) аутэкология;
 - г) биогеоценология.
- 88 Раздел экологии, исследующий взаимоотношения многовидовых сообществ и экосистем:
- а) синэкология;
 - б) демэкология;
 - в) аутэкология;
 - г) биогеоценология.
- 89 Элементарная группировка организмов определенного вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности

- необозримо длительное время в постоянно изменяющихся условиях среды:
- а) популяция;
 - б) биоценоз;
 - в) зооценоз;
 - г) экосистема.
- 90 Значение озонового слоя в том, что он поглощает:
- а) ультрафиолетовое излучение;
 - б) кислотные осадки;
 - в) углекислый газ;
 - г) инфракрасное излучение.
- 91 Причиной возникновения кислотных осадков являются:
- а) озон;
 - б) метан;
 - в) окислы азота, серы;
 - г) углекислый газ.
- 92 Повышение температуры приземного слоя атмосферы, вызванное поглощением длинноволнового (теплого) излучения земной поверхности, получило название:
- а) разрушение озонового слоя;
 - б) кислотные осадки;
 - в) шумовое загрязнение;
 - г) парниковый эффект.
- 93 Особо охраняемая природная территория, на которой полностью исключаются все формы хозяйственной деятельности, называется:
- а) заказником;
 - б) заповедником;
 - в) национальным парком;
 - г) памятником природы.
- 94 Качество окружающей среды:
- а) степень соответствия природных условий потребностям людей или других живых организмов;
 - б) уровень содержания в окружающей среде загрязняющих веществ;
 - в) вероятность события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды;
 - г) совокупность природных ресурсов и природных условий жизни общества, которая используется в настоящее время или может быть использована в обозримом будущем.
- 95 В пищевой цепи «Растение – тля – синица – ястреб» консументом 1-го порядка является:
- а) синица;
 - б) тля;
 - в) ястреб;
 - г) растение.

- 96 Примером пастбищной пищевой цепи (цепи выедания, цепи потребления) является:
- а) растение – кузнечик – лягушка – цапля;
 - б) фитопланктон – зоопланктон – рыбы – тюлень;
 - в) виноград – листовертка – наездник;
 - г) опавшие листья – дождевой червь – скворец.
- 97 Какая пирамида отображает плотность организмов на каждом трофическом уровне?
- а) пирамида численности;
 - б) пирамида биомасс;
 - в) пирамида энергий;
 - г) все ответы верны.
- 98 С одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой, более высокий, в среднем не более:
- а) 1 % энергии;
 - б) 10 % энергии;
 - в) 5 % энергии;
 - г) 20 % энергии.
- 99 Организмы, являющиеся производителями первичной продукции экосистем:
- а) продуценты;
 - б) редуценты;
 - в) консументы;
 - г) деструкторы.
- 100 Гетеротрофные организмы, получающие энергию путем разложения мертвых тканей или путем поглощения растворенного органического вещества, выделяющегося самопроизвольно или извлеченного сапротитами из растений и других организмов, - это:
- а) редуценты;
 - б) продуценты;
 - в) консументы;
 - г) автотрофы.
- 101 Поток веществ и энергии в экосистеме идет в направлении:
- а) автотрофы – гетеротрофы;
 - б) гетеротрофы – автотрофы;
 - в) редуценты – консументы;
 - г) консументы – продуценты.
- 102 Органическое вещество, создаваемое продуцентами в процессе фотосинтеза или хемосинтеза, называют:
- а) вторичной продукцией экосистемы;
 - б) первичной продукцией экосистемы;
 - в) валовой первичной продуктивностью;
 - г) чистой первичной продуктивностью.
- 103 Энергия, которую могут использовать гетеротрофные организмы:
- а) вторичная продукция экосистемы;

- б) первичная продукция экосистемы;
 - в) чистая первичная продукция;
 - г) валовая первичная продукция.
- 104 Количество органического вещества, накопленного гетеротрофными организмами, называют:
- а) первичной продукцией экосистемы;
 - б) валовой первичной продукцией;
 - в) чистой первичной продукцией;
 - г) вторичной продукцией.

Список литературы

- 1 Акимова, Т.А. Экология. Природа–человек–техника: учебник / Т.А. Акимова, А.П. Кузьмин, В.В. Хаскин; под общ. ред. А.П. Кузьмина. – М.: ЗАО «Экономика», 2007. – 510 с.
- 2 Акимова, Т.А. Экология. Человек–Экономика–Биота–Среда: учебник для студентов вузов / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 495 с.
- 3 Алексеев, А.С. Математические модели и методы в лесном хозяйстве / А.С. Алексеев. – Л.: ЛТА, 1988. – 88 с.
- 4 Банников, А.Г. Основы экологии и охраны окружающей среды: учебник для сельскохозяйственных вузов / А.Г. Банников, А.А. Вакулин, А.К. Рустамов. – 3-е изд. пререраб. и доп. – М.: Колос, 1996. – 304 с.
- 5 Бродский, А.К. Краткий курс общей экологии: учебное пособие / А.К. Бродский. – СПб.: ДЕАН, 2000. – 220 с.
- 6 Вахненко, Д.В. Биология с основами экологии: учебник для вузов / Д.В. Вахненко, Т.С. Гарнизоненко, С.И. Колесников; под общ. ред. В.Н. Думбая. – Ростов-н/Д.: Феникс, 2003. – 505 с.
- 7 Воронков, Н.А. Основы общей экологии (общеобразовательный курс): учебник для студентов вузов и учителей / Н.А. Воронков. – М.: Агар, 1997. – 87 с.
- 8 Горелов, А.А. Экология: учебное пособие для вузов / А.А. Горелов. – М.: Юрайт, 2001. – 311 с.
- 9 Денисова, С.И. Полевая практика по экологии: учебное пособие для студентов биол. спец. вузов / С.И. Денисова. – Минск: Университэцкая, 1999. – 120 с.
- 10 Ежемесячные климатические данные для городов России [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://meteoinfo.ru/klimat_gorod
- 11 Коновалов, М.Н. Исследование и регулирование возобновляемых природных ресурсов: методические указания к выполнению лабораторной работы по «Экологии» и «Природопользованию» / М.Н. Коновалов. – Курган: КГУ, 2008. – 21 с.
- 12 Коробкин, В.И. Экология: учебник для вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов-н/Д.: Феникс, 2005. – 575 с.
- 13 Кузьмин, А.П. Экология: методические указания к выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения специальности 280101 (330100) «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» / А.П. Кузьмин, Л.В. Сурова. – Курган: КГУ, 2005. – 22 с.
- 14 Миркин, Б.М. Экология России: учебник для 9-11 кл. / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова. – М.: МДС, 1996. – 272 с.
- 15 Небел, Б. Наука об окружающей среде: Как устроен мир / Б. Небел. – М.: Мир, 1993. – Т. 1. – 424 с.; Т. 2 – 336 с.
- 16 Никаноров, А.Н. Экология / А.Н. Никаноров, Т.А. Хоружая. – М.: Приор; Экспертное бюро, 2000. – 304 с.

- 17 Николайкин, Н.И. Экология: учебник для студентов вузов / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – 4-е изд. испр. и доп. – М.: Дрофа, 2005. – 622 с.
- 18 Одум, Ю. Экология: в 2 т. / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – Т. 1 – 328 с.; Т. 2 – 376 с.
- 19 Платонов, А.П. Основы общей и инженерной экологии: учебник для студ. вузов / А.П. Платонов, В.А. Платонов. – Ростов-н/Д.: Феникс, 2002. – 349 с.
- 20 Потапов, А.Д. Экология: учебник для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2004. – 526с.
- 21 Радкевич, В.А. Экология: учебник для студ. вузов. – Минск: Высшая школа, 1998. – 160 с.
- 22 Реймерс, Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
- 23 Стадницкий, Г.В. Экология: учебное пособие для вузов / Г.В. Стадницкий, А.И. Родионов; под ред. В.А. Соловьева, Ю.А. Кротова. – 2-е изд., испр. – СПб.: Химия, 1996. – 240 с.
- 24 Степановских, А.С. Общая экология: учебник для вузов / А.С. Степановских. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 687 с.
- 25 Степановских, А.С. Практикум по биоэкологии: учебное пособие для вузов / Авт.-сост. А.С. Степановских. – Курган: КГСХА, 2008. – 145 с.
- 26 Степановских, А.С. Прикладная экология: охрана окружающей среды: учебник для вузов / А.С. Степановских. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 751 с.
- 27 Степановских, А.С. Экология: учебник для вузов / А.С. Степановских. – М.: ЮНИТИ, 2003. – 703 с.
- 28 Усольцев, Ю.А. Методические указания для практических занятий по экологии / Ю.А. Усольцев. – Курган: КГСХА, 2004. – 92 с.
- 29 Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учебное пособие для студентов вузов / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. – М.: Владос, 2001. – 286 с.
- 30 Чернова, Н.М. Общая экология: учебник для студентов пед. вузов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Дрофа, 2004. – 411 с.
- 31 Чернова, Н.М. Основы экологии: учебник для 9 кл. общеобразовательных учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Костантинов. – М.: Просвещение, 1998. – 240 с.
- 32 Шилов, И.А. Экология: учебник для студентов биол. и мед. факультетов и спец. вузов / И.А. Шилов. – 3-е изд., испр. – М.: Высшая Школа, 2001. – 511 с.
- 33 Экология: учебное пособие для студентов вузов / Общ. ред. С.А. Боголюбова. – М.: Знание, 1999. – 287 с.

Содержание

Введение	3
1 Организм и среда обитания	4
Температура	6
Климатические факторы	11
Анализ кислородного баланса водоемов. Модель Стритера-Фелпса	17
2 Экология популяций	21
Рост народонаселения (по Небелу Б., 1993)	25
3 Экология сообществ и экосистем	28
Расчет показателей эффективности ассимиляции и продуцирования	31
Сукцессии в лесной экосистеме и динамика лесного фонда	34
Материальные потоки веществ в лесных экосистемах. Расчет количества потребляемых и выделяемых веществ в процессе функционирования лесных экосистем	40
Оценка водорегулирующей роли леса	42
Определение допустимой рекреационной нагрузки на лес	43
Экономическая оценка биологических ресурсов на основе метода восстановительной стоимости	45
Тестовые задания по курсу «Экология»	50
Список литературы	65

Учебное издание

Коновалов Максим Николаевич

**ЭКОЛОГИЯ:
ВОПРОСЫ, ЗАДАНИЯ, ТЕСТЫ**

Учебное пособие

Редактор Н.Л. Попова

Подписано к печати	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Печать трафаретная	Усл. печ. л. 4,37	Уч. - изд. л. 4,37
Заказ	Тираж 100 экз.	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.