

Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»

**Н. Г. Галиновский, Д. В. Потапов, Г. Г. Гончаренко**

## **ЭКОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ МЕТЕОРОЛОГИИ**

Практическое пособие

для студентов 1 курса специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство»

Гомель  
ГГУ им. Ф. Скорины  
2019

УДК 574:630 □ 111(076)  
ББК 28.080я73 + 26.23я73  
Г157

**Рецензенты:**

д-р биол. наук В. В. Потенко;  
канд. биол. наук А. Н. Кусенков

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

**Галиновский, Н. Г.**

Г157 Экология с основами метеорологии: практическое пособие /  
Н. Г. Галиновский, Д. В. Потапов, Г. Г. Гончаренко; Гомельский гос. ун-т  
им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2019. – 33 с.  
ISBN 978-985-577-511-0

Практическое пособие подготовлено для использования на практических занятиях по учебной дисциплине «Животный мир Беларуси». Оно включает девять практических работ по разным направлениям экологии, каждая из которых предусматривает выполнение заданий, позволяющих легче усвоить необходимый материал, закрепить полученные теоретические знания.

Адресовано студентам биологического факультета, специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство».

**УДК 574:630 □ 111(076)**  
**ББК 28.080я73 + 26.23я73**

**ISBN 978-985-577-511-0**

© Галиновский Н. Г., Потапов Д. В.,  
Гончаренко Г. Г., 2019  
© Учреждение образования  
«Гомельский государственный  
университет имени Франциска  
Скорины», 2019

## Оглавление

Предисловие.....	4
Практическая работа 1. Классификация экологических факторов .....	5
Практическая работа 2. Жизненные формы растений .....	7
Практическая работа 3. Жизненные формы животных.....	11
Практическая работа 4. Возрастная структура популяций .....	17
Практическая работа 5. Видовая структура биоценоза .....	20
Практическая работа 6. Трофическая структура биоценоза.....	22
Практическая работа 7. Типы экосистем .....	25
Практическая работа 8. Учение о биосфере В. И. Вернадского .....	27
Практическая работа 9. Особо охраняемые природные территории .....	31
Литература.....	33

## Предисловие

В условиях всевозрастающего экологического кризиса особую актуальность приобретают вопросы экологического образования и воспитания как средства решения сложных проблем. Студенты специальности «Лесное хозяйство», как никто из специалистов, должны знать о существовании зависимости между состоянием окружающей среды и уровнем благосостояния общества. Из существующих направлений экологии (классическая, глобальная, социальная, геоэкология, экология человека, прикладная экология, экологический мониторинг) наибольшую актуальность для студентов данной специальности приобретает прикладная экология, изучающая взаимосвязи и взаимозависимости в системе «общество – окружающая среда» и метеорология, в данном контексте изучающая особенности влияния климатических факторов на состояние окружающей среды.

В соответствии с программой курс «Экология с основами метеорологии» включает в себя лекции, лабораторные и практические занятия. Предполагаемая разработка практических занятий позволяет значительно активизировать процесс обучения, приобщить студентов к научному решению экологических вопросов. Издание предназначено для развития творческой инициативы студентов-экологов в освоении всего цикла лабораторных занятий по данной дисциплине.

Вопросы, сформулированные по ходу и в конце каждого занятия, могут быть использованы в качестве домашнего задания.

Практическое пособие адресовано студентам специальности 1 – 75 01 01 «Лесное хозяйство».

# Практическая работа 1

## Классификация экологических факторов

**Цель:** познакомить с видами экологических факторов, изучить принципы толерантности организмов.

**Материалы и оборудование:** справочные таблицы, методическое пособие, тексты лекций.

### Ход работы

**Задание 1.** В таблице 1 представлена классификация экологических факторов. Приведите примеры факторов среды, окружающей любой вид организма (муравьи в городском парке, березы в березовой роще и т. д.). При этом антропогенные факторы можно также, как и природные, разделять на абиотические и биотические.

Таблица 1 – Классификация экологических факторов

Экологические факторы		Примеры	
Природные	Абиотические	Климатические	
		Эдафические	
		Гидрологические	
		Топографические	
	Биотические	Зоогенные	
		Фитогенные	
Микробогенные			
Антропогенные	Абиотические	Физические	
		Химические	
	Биотические		

**Задание 2.** Укажите, какой из приведенных факторов можно считать лимитирующим (ограничивающим) для организмов в определенных условиях:

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

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

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

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

**Задание 3.** Определите, какие факторы, на ваш взгляд, могут компенсировать неблагоприятное действие:

- а) низких температур на зимующих птиц;
- б) высоких температур на животных пустыни;
- в) отсутствие дождей на растения.

**Задание 4.** В таблице 2 приведены экспериментально определенные диапазоны толерантности (устойчивости) видов пресноводных беспозвоночных животных по отношению к реакции водной среды (рН). Сравните ширину диапазона толерантности этих видов. Какие из них можно назвать эврибионтными по отношению к показателю рН, а какие – стенобионтными?

Таблица 2 – Диапазоны толерантности пресноводных беспозвоночных к реакции водной среды

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

**Задание 5.** Заполните таблицу 3. Приведите примеры из растительного и животного мира, являющиеся стенобионтами или эврибионтами по предложенным экологическим факторам.

Таблица 3 – Экологическая валентность растений и животных по отношению к различным факторам

Экологический фактор	Примеры			
	Растения		Животные	
	стенобионтные	эврибионтные	стенобионтные	эврибионтные
Свет				
Температура				
Влажность				

## Вопросы для самоконтроля

1 Какие экологические факторы выделяют? Что положено в основу их классификации?

2 Назовите основные абиотические факторы. Приведите примеры их воздействия на организмы.

3 Назовите основные биотические факторы. Приведите примеры их воздействия на организмы.

4 Назовите основные антропические факторы. Приведите примеры их воздействия на организмы.

5 Назовите основные экологические закономерности, связанные с воздействием экологических факторов на организмы.

6 Что такое экологическая толерантность? Приведите примеры организмов различной толерантности.

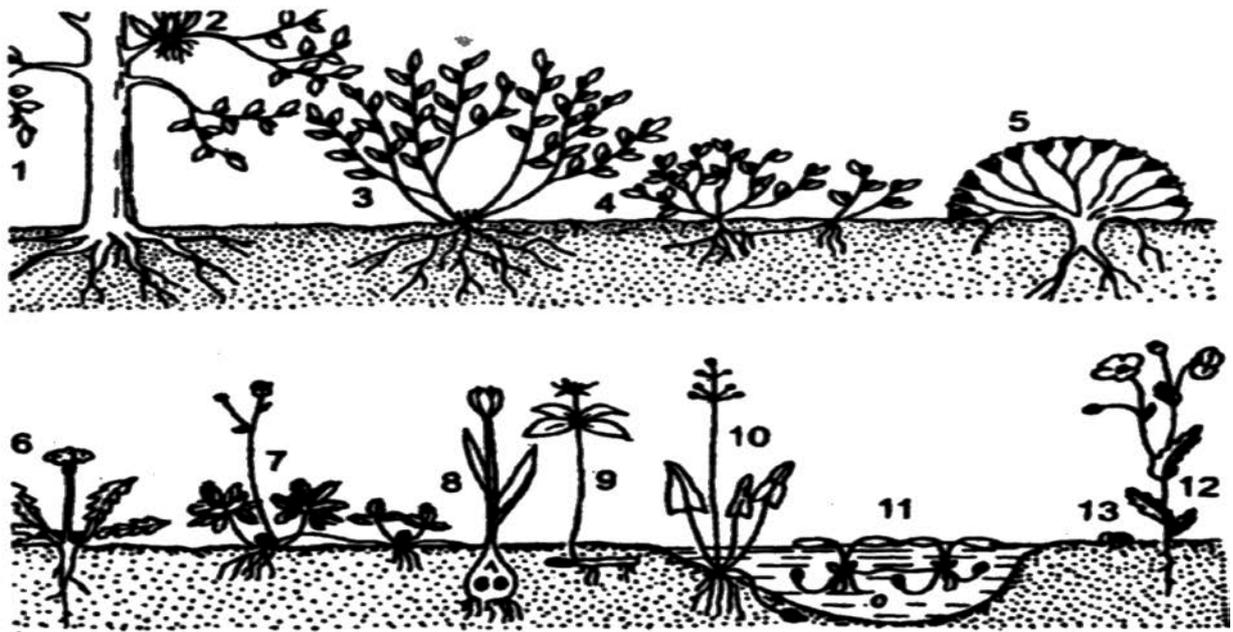
## Практическая работа 2 Жизненные формы растений

**Цель:** познакомить с видами жизненных форм растений.

**Материалы и оборудование:** справочные таблицы, изображения или фотографии растений, методическое пособие, тексты лекций.

### Ход работы

**Задание 1.** На основе внешнего строения распределите ниже приведенные виды растений по категориям жизненных форм, разработанных К. Раункиером (для справки воспользуйтесь рисунком 1): *крушина ломкая, живучка ползучая, ежа сборная, лютик едкий, сныть обыкновенная, одуванчик обыкновенный, черника, ежевика, мятлик, мхи, овсюг, седмичник европейский, ольха, береза, паслен сладко-горький, сирень, калина, ландыш майский, крапива двудомная, гусиный лук, ветреница дубравная, хмель, ель, плющ обыкновенный, брусника, тимофеевка, лисохвост, сосна, малина лесная.*



1–3 – фанерофиты; 4, 5 – хамефиты; 6, 7 – гемикриптофиты; 8–11 – криптофиты;  
12, 13 – терофит (13 – семя с зародышем)

Рисунок 1 – Жизненные формы по Раункиеру

Заполните нижеприведенную таблицу 4:

Таблица 4 – Жизненные формы растений по Раункиеру

Жизненная форма	Пример растения
Фанерофиты	
Хамефиты	
Гемикриптофиты	
Криптофиты	
Терофиты	
Эпифиты	

**Задание 2.** Используя рисунки растений из гербария (рисунок 2), определите их жизненную форму по И. Г. Серебрякову и заполните таблицу 5 (для справки можно воспользоваться рисунком 3).

Таблица 5 – Жизненные формы растений по Серебрякову

Жизненная форма	Пример растения
1	2
Стержнекорневые травянистые поликарпики	

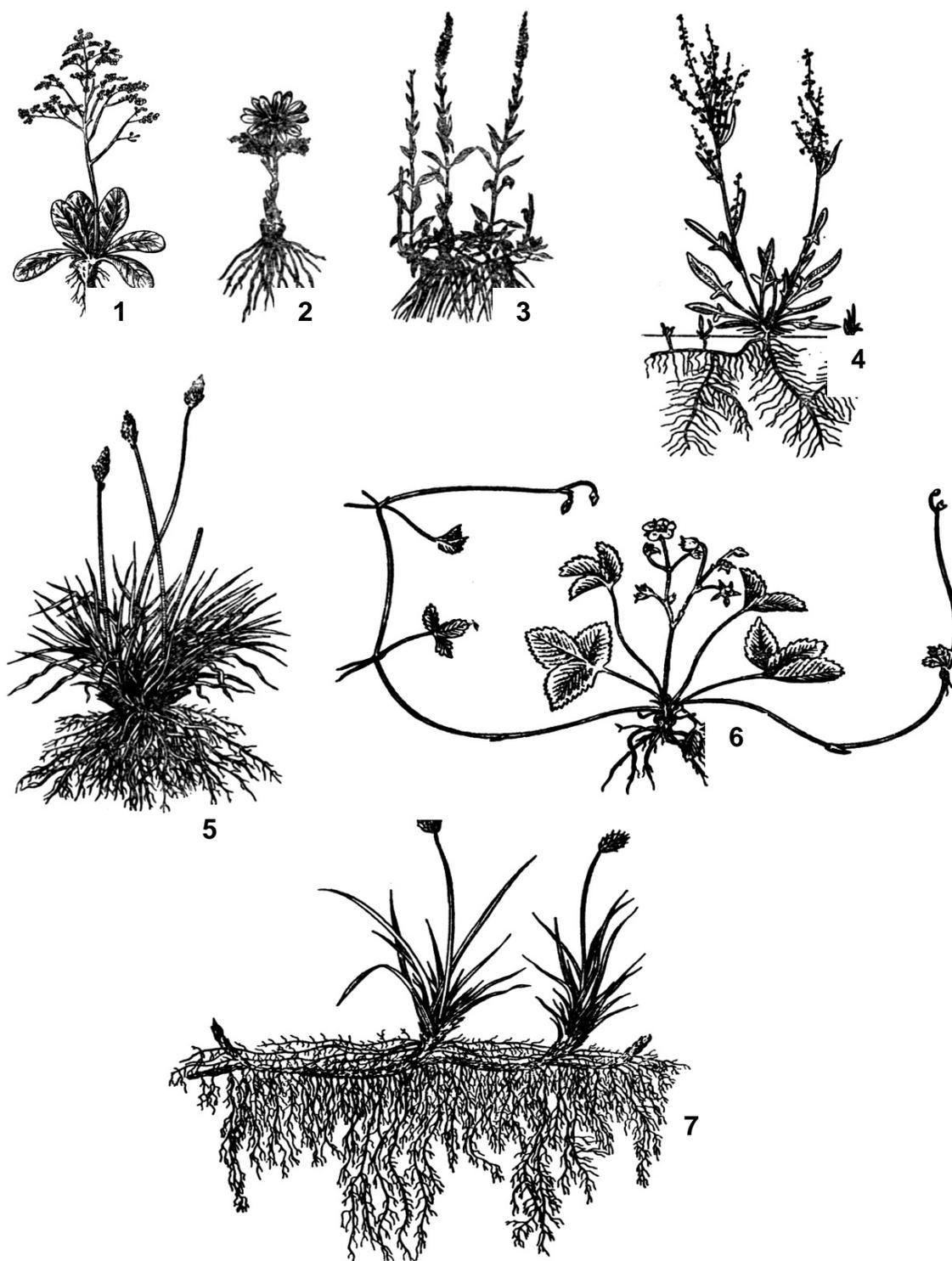
Окончание таблицы 5

1	2
Кистекорневые и короткочорневищные травянистые поликарпики	
Дернованные травянистые поликарпики	
Корнеотпрысковые травянистые поликарпики	
Длиннокорневищные травянистые поликарпики	



1 – козелец; 2 – смолевка; 3 – качим;  
 4 – камнеломка; 5 – калужница; 6 – ветреница; 7 – ковыль; 8 – овсяница;  
 9 – осока; 10 – земляника; 11 – лапчатка; 12 – щавелек

Рисунок 2 – Гербарий



1 – стержнекорневое; 2 – кисте­кор­не­вое; 3 – корот­ко­кор­не­ви­щ­ное; 4 – кор­не­от­пры­ско­вое; 5 – дер­но­вин­ное; 6 – сто­ло­но­об­ра­зу­ю­щее; 7 – длин­но­кор­не­ви­щ­ное

Рисунок 3 – Жизненные формы трав по И. Г. Серебрякову

## Вопросы для самоконтроля

- 1 Назовите жизненные формы растений по К. Раункиеру.
- 2 Назовите жизненные формы растений по И. Г. Серебрякову.

## Практическая работа 3 Жизненные формы животных

**Цель:** познакомить с видами жизненных форм животных.

**Материалы и оборудование:** справочные таблицы, изображения или фотографии животных, методическое пособие, тексты лекций.

### Ход работы

**Задание 1.** Внимательно рассмотрите внешний облик млекопитающих, определите жизненные формы ниже перечисленных млекопитающих по Д. Н. Кашкарову и заполните таблицу 6 (для справки можете использовать рисунок 4): *крот, зубр, касатка, косуля, лось, хомяк, архар, волк, афалина, ночница, барс, шерстокрыл, медведь, тушканчик, благородный олень, кенгуру, ленивец, коала, вечерница, хорь, широкоушка, горбатый кит, тюлень, макака, дюгонь, барсук, крапчатый суслик, цокор, бурундук, летяга, куница, лемур, слепыш.*

Таблица 6 – Жизненные формы млекопитающих

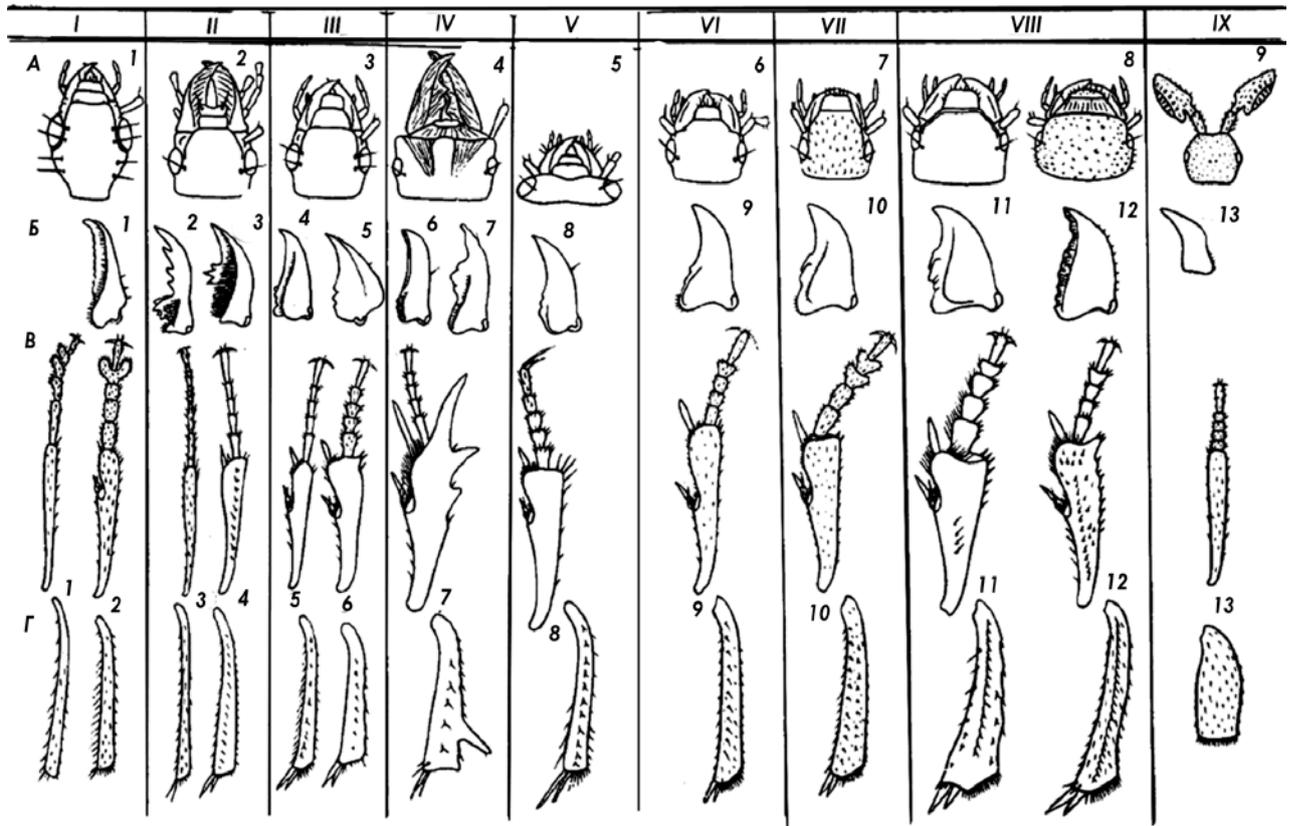
Жизненная форма	Пример
I Плавающие: 1) Чисто водные 2) Полуводные	
II Роющие 1) Абсолютные землерои 2) Относительные землерои	
III Наземные формы 1) Не делающие нор 2) Делающие норы 3) Животные скал	
IV Древесные, лазающие формы	
V Воздушные формы	



- 1 – крот; 2 – зубр; 3 – касатка;  
 4 – косуля; 5 – афалина; 6 – лось; 7 – хомяк; 8 – архар; 9 – волк;  
 10 – ночница; 11 – барс; 12 – медведь; 13 – шерстокрыл; 14 – тушканчик;  
 15 – благородный олень; 16 – кенгуру; 17 – ленивец; 18 – коала;  
 19 – вечерница; 20 – хорь; 21 – широкоушка; 22 – дюгонь; 23 – тюлень;  
 24 – горбатый кит; 25 – барсук; 26 – суслик; 27 – цокор; 28 – бурундук;  
 29 – летяга; 30 – куница; 31 – лемур; 32 – слепыш

Рисунок 4 – Млекопитающие

**Задание 2.** Рассмотрите внешний вид жуков-жужелиц как зоофагов, так и миксофитофагов, обитающих в разных ярусах биогеоценоза. Определите их жизненную форму, опираясь на данные и признаки, указанные в кратком справочнике (таблица 8) и на рисунке 5.



класс зоофаги: I – фитобионты, II – эпигеобионты, III – стратобионты, IV – геобионты, V – псаммоколимбеты; класс миксофитофаги: VI – стратобионты, VII – стратохортобионты, VIII – геохортобионты; класс симфилы (IX). А – голова сверху: 1 – *Odacantha*, 2 – *Calosoma*, 3 – *Calathus*, 4 – *Scarites*, 5 – *Omophron*, 6 – *Stenolophus*, 7 – *Ophonus*, 8 – *Zabrus*, 9 – *Ditomus*, 10 – *Paussus*; Б – мандибула левая снизу: 1 – *Drypta*, 2 – *Cicindela*, 3 – *Carabus*, 4 – *Calathus*, 5 – *Leistus*, 6 – *Broscus*, 7 – *Scarites*, 8 – *Omophron*, 9 – *Dichirotrichus*, 10 – *Pseudophonus*, 11 – *Amara (Curtonotus)*, 12 – *Ditomus*, 13 – *Paussus*; В, Г – голень и лапка передние, голень средняя: 1 – *Collyrls*, 2 – *Drypta*, 3 – *Cicindela*, 4 – *Carabus*, 5 – *Calathus*, 6 – *Molops*, 7 – *Clivina*, 8 – *Discoptera*, 9 – *Dichirotrichus*, 10 – *Ophonus*, 11 – *Zabrus*, 12 – *Chilotomus*, 13 – *Paussus*

Рисунок 5 – Морфологическая характеристика жизненных форм имаго жужелиц

Отметьте степень развития морфологических признаков и заполните таблицу 7.

Таблица 7 – Особенности морфологии жуужелиц разных жизненных форм

Признаки	Зоофаги					Миксофитофаги		
	фитобионты	эпигеобионты	стратобионты	геобионты	псаммоколимбеты	стратобионты	стратохортобионты	геохортобионты
Форма тела								
Форма головы								
Форма ног								
Склеротизация покровов								
Окраска								

Таблица 8 – Жизненные формы жуужелиц (краткий справочник)

<p><i>1 Класс ЗООФАГИ.</i>                      Хищные жуужелицы, составляют абсолютное большинство видов семейства Carabidae. У них, как правило, длинные острые челюсти (мандибулы) и развиты поведенческие адаптации к добыванию животной пищи.</p>	
<p>1) Подкласс Фитобионты лазающие.                      Хищные жуужелицы, охотящиеся в растительном ярусе. Их основная общая особенность – лазательный тип ног в сочетании с развитыми крыльями и узкотелостью.</p>	
<p>а) Группа Хортобионты стеблевые.                      Охотятся на травянистой растительности. У них также узкое тело, ноги тонкие, длинные, с цепкой лапкой с узкими или расширенными члениками, хорошо развитыми крыльями и органами чувств.</p>	
<p>б) Группа Хортобионты листовые.                      Жуужелицы с расширенным телом, яркой окраской (иногда похожей на окраску листоедов), ноги бегательно-лазательные с цепкой лапкой.</p>	
<p>2) Подкласс Эпигеобионты бегающие и ходящие.                      Жуужелицы, для которых характерны ноги ходильного или бегательного типа. Тело выпуклое, высокое в поперечнике. Покровы сильно склеротизованы, часто со сложной скульптурой. Органы чувств хорошо развиты. Охотятся на поверхности почвы.</p>	

<p>а) Группа Эпигеобионты ходящие. Отличаются крупными, реже средними размерами тела. Большинство из них утратили способность к полёту. Ноги ходильные с утолщенными бёдрами, голеньями с рядами шипиков и крупными, сильными коготками на лапках. Усики длинные, глаза средней величины. Окраска яркая у видов с дневной активностью и темная при ночной активности.</p>	
<p>б) Группа Эпигеобионты бегающие. Более мелкие жуки. У них выпуклое тело, удлинённые тонкие ноги, крупные выпуклые глаза и яркая окраска как у всех дневных хищников.</p>	
<p>в) Группа Эпигеобионты бегающие-взлетающие. Приспособлены к быстрому бегу со взлётом при охоте на подвижную добычу. У них очень длинные ноги (задние ноги превышают длину тела), хорошо развиты крылья, очень крупные выпуклые глаза. Это дневные хищники с яркой окраской.</p>	
<p>3) Подкласс Стратобионты бегающие и зарывающиеся. Это обитатели почвенной подстилки из растительного опада, верхнего рыхлого слоя почвы, скважин и трещин в почве, в гальке, в норах млекопитающих или в пещерах. Характерны бегательные, бегательно-лазательные ноги с цепкой лапкой, или бегательно-копательные ноги с уплощённой голенью, вооружённой шипиками. Глаза средних размеров, реже редуцированы. Общей чертой является заметная уплощённость тела, иногда – относительно мягкие покровы и укороченные надкрылья. У некоторых крупных видов с более плотными покровами и крепкими ногами движение по скважинам сочетается с активным рытьём почвы головой и ногами.</p>	
<p>3.1 Серия Стратобионты-скважники</p>	
<p>а) Группа Стратобионты поверхностно-подстилочные. Тело слабо уплощенное, покровы твёрдые. Ноги и усики чаще длинные, глаза нередко крупные. У жуков с дневной активностью окраска яркая. Виды с сумеречной активностью или охотящиеся под покровом растительности и подстилки обычно темно окрашены.</p>	
<p>б) Группа Стратобионты подстилочные. Тело уплощённое, покровы мягкие. Окраска тёмная или бурая. Глаза и усики средней величины. Ноги короче, чем у поверхностно-подстилочных форм. Живут в подстилке, активность преимущественно сумеречная.</p>	
<p>в) Группа Стратобионты подстилично-трещинные. Жуки с плоским телом, надкрылья укорочены, покровы мягкие. Укрываются в трещинах почвы, охотятся на поверхности ночью или днём. Хорошо летают. Органы чувств развиты. Ноги тонкие, бегательные.</p>	

3.2 Серия Стратобионты зарывающиеся	
<p>а) Группа Стратобионты подстилично-почвенные Обитатели подстилки и почвы. Жуки мелких и средних размеров, с хорошо развитыми глазами и, часто, с развитыми крыльями. Покровы твёрдые.</p>	
<p>4) Подкласс Геобионты. Это специализированные роющие жужелицы, активно прокладывающие ходы в почве. Ноги у них копательные, с зубцами по внешнему краю голени и крупными вершинными шпорами. Для геобионтов характерно цилиндрическое тело, гладкое и с хорошо выраженным сужением на границе передне- и среднегруди, что придаёт передней части тела подвижность при рытье. Главные органы рытья – крупная голова с лопатообразным наличником и передние ноги. Усики относительно короткие, нередко – чётковидные.</p>	
<p>а) Группа Геобионты бегающе-роющие. У них бегательно-опорные ноги без зубцов на передних голенях. Главную функцию в рытье выполняет голова, плотно соединённая с переднегрудью. Перетяжка в области среднегруди обеспечивает копательные движения передней части тела. Ноги при рытье выполняют опорную функцию и служат для отгребания нарытой почвы.</p>	
<p>б) Группа Геобионты роющие. У них голени передних ног с зубцами; голова с мандибулами, имеют лопатообразную форму. Головой и передними ногами эти жужелицы разрыхляют, а средними и задними ногами – отгребают почву.</p>	
<p>5) Подкласс Псаммоколимбеты. Эти передвигающиеся (плавающие) в песке жужелицы с округло-обтекаемым телом и бегательно-отгребательными ногами. Они раздвигают влажный рыхлый песок округлым телом и отгребают его ногами.</p>	
<p><i>II Класс МИКСОФИТОФАГИ.</i> Включает жужелиц со смешанным питанием – в их рацион входит растительная и животная пища. Среди них имеются и облигатные фитофаги. У них тело овальной или цилиндрической формы, ноги преимущественно бегательно-лазательные или бегательно-лазательно-копательные. У лазающих форм голени средних и задних ног щетинистые с цепкими лапками. У активно зарывающихся видов передние голени с крепкими шпорами и оттянутым внешним углом на вершине голени. Мандибулы у них в общем более короткие и массивные, чем у зоофагов.</p>	

<p>а) Группа Стратобионты бегающе-лазающие.          Это миксофитофаги, обитающие в подстилке и в скоплениях отмерших растительных остатков, преимущественно во влажных местах. В основном мелкие жужелицы. У них стройное, слабо уплощенное тело, покровы часто относительно мягкие. Ноги тонкие, бегательно-лазательные, явных адаптаций к рытью у них нет. Большинство видов, особенно населяющих приводные местообитания, хорошо летают.</p>	
<p>б) Группа Геохортобионты бегающе-лазающе-роющие.          Среди них наиболее часты случаи облигатной фитофагии. Обитают в почве или на её поверхности и способны лазать по растениям и поедать семена. Ноги бегательно-лазательно-копательные или бегательно-лазательные с хорошо развитыми адаптациями к рытью. Выделяют 3 подгруппы видов с разным габитусом и своеобразными адаптациями к рытью и лазанию по растениям: гарпалоидные, заброидные и дитомоидные.</p>	
<p>-Подгруппа геохортобионты гарпалоидные.          Включает фитофагов со смешанным питанием, закапывающихся при помощи роющих передних ног с острыми наружными углами на голених. Средние и задние ноги щетинистые, служат для лазания по растениям и отгребания нарытой почвы. Лапки цепкие, способные удерживать тело при лазании по растениям.</p>	

## Вопросы для самоконтроля

- 1 Раскройте понятие «жизненная форма».
- 2 Что положено в классификацию жизненных форм растений по Раункиеру? Охарактеризуйте эти жизненные формы.
- 3 Что положено в классификацию жизненных форм растений по Серебрякову? Охарактеризуйте эти жизненные формы.
- 4 Какие жизненные формы животных выделяют? Приведите примеры классификаций.

## Практическая работа 4 Возрастная структура популяций

**Цель:** познакомить с возрастной структурой популяций.

**Материалы и оборудование:** справочные таблицы, изображения или фотографии растений и животных, методическое пособие, тексты лекций.

## Ход работы

**Задание 1.** Рассмотрите спектр возрастного состава популяций костра безостого (таблица 9).

Таблица 9 – Возрастная структура популяций костра безостого

Условие обитания	Среднее число на 0, 25 м <sup>2</sup>	Наземная масса, г	Возрастной состав популяции								
			j	im	v	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	g <sub>3</sub>	ss	s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>
Ежегодное удобрение	26,3	35	0	2	11	4	24	8	34	15	4
Удобрения не вносят 3 года	10,4	5,6	1	1	4	0	5	24	48	14	4
Удобрения не вносят 10 лет	?	?	0	0	0	0	0	1	41	8	50

**Примечание** – Костер безостый – длиннокорневищный злак, мезофит, доминант или субдоминант многих ассоциаций пойменных лугов и отчасти луговых степей, залежей и светлых лесов. Широко распространен в Европе, Казахстане, Средней Азии и Сибири. Длительность жизненного цикла 15–20 лет. Растение зацветает на 4–6-й год жизни. Вегетативное размножение сопровождается глубоким омоложением потомства.

### Условные обозначения для возрастного состава популяций растений

p	проросток	g <sub>2</sub>	средневозрастное генеративное растение
j	ювенильное растение	g <sub>3</sub>	старые генеративные растения
im	имматурное растение	ss	субсенильные растения
v	виргильное растение	s	сенильные растения
g <sub>1</sub>	молодое генеративное растение		

Составьте графики возрастных спектров популяций костра безостого на разных лугах. Вычислите долю особей в прегенеративном состоянии. Проанализируйте данные таблицы 9 и ответьте письменно на вопросы:

- 1) К какому типу относятся возрастные спектры этого вида?
- 2) О чем свидетельствует правосторонний спектр возрастной структуры популяции?
- 3) Как влияет внесение минеральных удобрений на состояние популяции костра безостого на исследованных лугах?
- 4) Может ли костер безостый закрепиться в указанных ассоциациях без антропогенного вмешательства?

**Задание 2.** Рассмотрите возрастной состав и численность популяций безвременника (таблица 10).

Таблица 10 – Видовой состав и численность безвременника

Тип сообщества	Возрастной состав популяции, %					Число особей на 0,25 м <sup>2</sup>	
	j	im	v	g <sub>1</sub>	s	всего	взрослых
Широколиственные леса нижнего и среднего горных поясов	31	12	25	32	–	3	2,1
Среднегорные высокотравные луга (на месте сведенных лесов)	18	16	30	31	5	9,2	7,5
Низкотравные средне-горные пастбища	12	6	49	24	9	0,8	0,7
Слабо нарушенные высокогорные луга	17	6	40	27	10	4,3	3,6
Сильно нарушенные и выбитые луга	54	3	21	15	7	9,8	4,3

Составьте гистограммы и охарактеризуйте тип возрастных спектров. Проанализируйте таблицу 10, ответьте письменно на следующие вопросы:

1) В каких условиях в популяциях безвременника заметную роль играет вегетативное размножение и в каких самоподдержание вида осуществляется исключительно семенным путем?

2) В каких горных поясах и в каких сообществах наиболее благоприятные условия для роста безвременника?

3) Где рационально проводить массовые заготовки сырья безвременника?

4) Как безвременник реагирует на разные формы антропогенных нарушений – вырубку леса, пастьбу, сбой?

## Вопросы для самоконтроля

1 Дайте определение популяции. Раскройте его биологическую сущность.

2 Охарактеризуйте статические свойства популяции.

3 Охарактеризуйте динамические свойства популяций.

4 Какие стратегии развития популяций существуют. На чем они основаны?

5 Как происходит регуляция численности популяций? Что является ключевым фактором в регуляции численности.

## Практическая работа 5

### Видовая структура биоценоза

**Цель:** познакомить с видовой структурой сообщества.

**Материалы и оборудование:** справочные таблицы, изображения или фотографии птиц, методическое пособие, тексты лекций.

#### Ход работы

**Задание 1.** Рассмотрите таблицу встречаемости птиц в различных биоценозах (таблица 11). Вычислите число видов и особей птиц, характерное для каждого из сообществ, определите доминантов, субдоминантов и рецедентов.

Таблица 11 – Видовой состав и численность птиц из различных биоценозов

в экземплярах

Вид	Численность птиц, экз.		
	Ковыльная степь	Посевы с лесополосами	Посевы без лесополос
Степной жаворонок	2580	1420	1100
Полевой жаворонок	1800	2	260
Малый жаворонок	310	470	320
Каменка-плясунья	60	0	1
Каменка-п्लешанка	30	0	0
Желтая трясогузка	0	5	0
Розовый скворец	0	3	0
Чибис	0	0	20
Перепел	0	170	0
Лушь полевой	0	8	20
Лушь степной	10	0	0
Степной орел	10	0	0
Славка серая	0	10	0
Городская ласточка	0	20	20
Деревенская ласточка	0	60	70
Береговая ласточка	0	0	20
Полевой воробей	0	5	0
Камышовая овсянка	0	3	5
Серая ворона	2	8	0
Сизоворонка	30	0	0
Грач	0	30	120

**Задание 2.** Используя формулы индексов информационного разнообразия (Шеннона), концентрации доминирования (Симпсона) и выравнинности видов в сообществе (Пиелу) охарактеризуйте биологическое разнообразие птиц каждого сообщества и сравните их между собой.

*а) информационное разнообразие, или индекс Шеннона*

$$H' = -\sum(n_i/N)\log(n_i/N),$$

где  $n_i$  – число особей  $i$ -го вида;

$N$  – общее число особей всех видов в сообществе.

Индекс показывает общее разнообразие и представленность видов их особями в сообществе. Обычно укладывается в интервал от 1,5 до 3,5 (чем выше, тем более широко сообщество представлено видами). Если видов в сообществе мало, то показатель индекса Шеннона может быть меньше 1;

*б) концентрация доминирования, или индекс Симпсона*

$$C = \sum(n_i/N)^2,$$

где  $n_i$  – число особей  $i$ -го вида;

$N$  – общее число особей всех видов в сообществе (в расчетах следует считать сумму квадратов  $n_i/N$ , а не квадрат суммы!).

Является показателем общего доминирования в сообществе, обратно пропорционален предыдущему индексу. Изменяется в диапазоне от 0 до 1 (чем он меньше, тем большее число видов доминируют в сообществе). Высокий показатель может свидетельствовать об устоявшемся биоценозе со стабильной видовой структурой;

*в) выравнинность видов в сообществе (индекс Пиелу)*

$$e = H'/\ln S,$$

где  $H'$  – индекс Шеннона;

$S$  – число видов в сообществе.

Показывает, насколько виды в равной доле представлены особями. Изменяется в пределах от 0 до 1. Чем он больше, тем выше показатель нарушения биоценоза или это свидетельствует о том, что сообщество находится на стадии формирования.

**Задание 3.** Используя коэффициент видовой схожести сообществ (коэффициент Жаккара) определите, насколько сообщества птиц из разных биотопов схожи между собой по видовому составу.

Коэффициент видового сходства сообществ (коэффициент Жаккара)

$$Kg = C / ((A+B)-C),$$

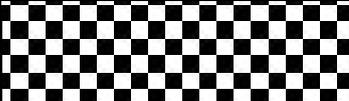
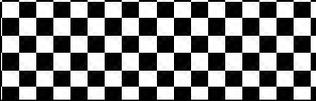
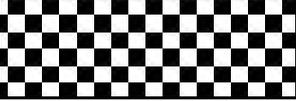
где  $A$  – число видов в 1-м сообществе;

$B$  – число видов во 2-м сообществе;

$C$  – число видов, общих для обоих сообществ ( $< 0,2$  – сходства нет;  $0,2-0,39$  – низкое сходство;  $0,4-0,64$  – высокое сходство;  $0,65-1,0$  – полное сходство).

Заполните рассчитанными коэффициентами нижеприведенную таблицу (таблица 12) и сделайте вывод.

Таблица 12 – Сходство биотопов между собой по видовому составу

Биотопы	Ковыльная степь	Посевы с лесополосами	Посевы без лесополос
Ковыльная степь			
Посевы с лесополосами			
Посевы без лесополос			

## Вопросы для самоконтроля

1 Дайте определения терминам «биогеоценоз» и «экосистема». В чем их сходства и отличия?

2 Охарактеризуйте видовую структуру биоценоза. Какие показатели используются для ее учета?

## Практическая работа 6 Трофическая структура биоценоза

**Цель:** познакомить с трофической структурой сообщества.

**Материалы и оборудование:** справочные таблицы, изображения или фотографии организмов, методическое пособие, тексты лекций.

## Ход работы

**Задание 1.** Начертите 3 примера пастбищных и 3 примера детритных цепей питания, существующих в природе.

**Задание 2.** Перечислены несколько видов организмов: лягушка травяная, головастик лягушки, жук-плавунец, личинка плавунца, комар самец, комар самка, хламидомонада, жук-могильщик, эвглена зеленая, луковичная нематода, гнилостные бактерии, божья коровка, одуванчик, инфузория-туфелька, дождевой червь, молочнокислые бактерии, грибок мукор, бычий цепень, грибок пеницилл, росянка круглолистная, сова, тля.

Проанализируйте их типы и способы питания и распределите эти организмы по колонкам нижеприведенной таблицы 13.

Таблица 13 – Трофические уровни живых организмов

Продуценты	Первичные консументы	Вторичные и третичные консументы	Редуценты и детритофаги

**Задание 3.** Пользуясь данными, представленными в таблице 14 и правилом экологической пирамиды, определите, какая площадь (в га) соответствующего биоценоза может прокормить одну особь последнего звена в цепи питания:

а) листовой опад → дождевые черви → землеройка → лиса (живая масса 20 кг);

б) планктон → рыбы → тюлень (300 кг);

в) планктон → нехищные рыбы → щука (10 кг);

г) планктон → рыба → тюлень → белый медведь (500 кг);

д) травянистые растения → заяц → лиса → волк (50 кг);

е) водные растения → моллюски → карп (3 кг).

Примечание – 60 % массы составляет вода.

Таблица 14 – Компоненты трофической цепи

Организмы или их продукция	Название биоценоза	Продуктивность (г/м <sup>2</sup> ×год)
1	2	3
Планктон	Водоем любого типа	600
Рыба (все дикие виды)	Водоем любого типа	15

Окончание таблицы 14

1	2	3
Карп (разводимый)	Рыбоводческий пруд	150
Травянистая растительность	Луг, поле, роща	200
Водная растительность	Водоем любого типа	1000
Опавшие листья	Лиственный лес	400
Древесина деревьев	Лиственный лес	500
Древесина деревьев	Тропический лес	1300
Почвенная фауна	Лиственный лес	100
Почвенные простейшие	Лиственный лес	10

**Задание 4.** На 1 м<sup>2</sup> площади культурного биоценоза (гороховое поле) растет 150 особей гороха посевного (биомасса в сухом виде 450 г) и 180 особей сорных растений (сухой вес 500 г) разных видов: 1) осот – 30 особей; 2) молочай – 5 особей; 3) вьюнок – 10 особей; 4) марь белая – 15 особей; 5) щетинник – 80 особей; 6) ярутка полевая – 5 особей; 7) пырей ползучий – 30 особей; 8) фиалка – 5 особей. Для данного биоценоза определите:

- а) видовое разнообразие;
- б) численность видовых популяций;
- в) продуктивность (в кг/га).

**Задание 5.** Объясните предлагаемые термины. Определения запишите в тетрадь: *экосистема; биогеоценоз; биотоп; биоценоз; продуценты; консументы; редуценты; детритофаги; трофическая цепь; экологическая пирамида.*

## Вопросы для самоконтроля

1 Объясните понятия «трофическая цепь», «трофическая сеть», «трофический уровень».

2 Что такое правило экологической пирамиды? Какие виды экологических пирамид вы знаете? В чём их особенность?

3 Какой уровень энергии передаётся с одного трофического уровня на другой согласно правилу Линдемана?

## Практическая работа 7

### Типы экосистем

**Цель:** познакомить с типами и видами экосистем Земли.

**Материалы и оборудование:** справочные таблицы, изображения или фотографии организмов, а также экосистем, методическое пособие, тексты лекций.

### Ход работы

**Задание 1.** Используя данные таблицы 15, определите долю участия (в %) различных типов экосистем Земли в формировании чистой первичной продукции (ЧПП) и биомассы биосферы.

Таблица 15 – Чистая первичная продукция и растительная биомасса Земли

Тип экосистемы	Площадь, 106 км <sup>2</sup>	ЧПП, г/м <sup>2</sup> год	Участие (%)	Биомасса, кг/м <sup>2</sup>	Участие (%)
1	2	3	4	5	6
Тропический дождевой лес	17	2200		45	
Тропический сезонный лес	7,5	1600		35	
Вечнозеленый лес умеренной зоны	5,0	1300		35	
Листопадный лес умеренной зоны	7,0	1200		30	
Бореальный лес	12,0	800		20	
Редколесье и кустарники	8,5	700		6	
Саванна	15,0	900		4	
Злаковники умеренной зоны	9,0	600		1,6	
Тундра и альпийская растительность	8,0	140		0,6	
Пустынная и полупустынная растительность	18	90		0,7	
Экстремальные пустыни, скалы, пески и лед	24,0	3		0,02	

Окончание таблицы 15

1	2	3	4	5	6
Возделываемые земли	14,0	650		1	
Болота	2,0	2000		15	
Озера и реки	2,0	250		0,02	
<b>Всего</b>			<b>100</b>	-	-
Открытый океан	332,0	125		0,003	
Зоны апвеллинга	0,4	500		0,02	
Континентальный шельф	26,6	360		0,01	
Заросли водорослей и рифы	0,6	2500		2	
Речные дельты	1,4	1500		1	
<b>Всего</b>			<b>100</b>		<b>100</b>

**Задание 2.** Заполните таблицу 16, охарактеризовав основные типы экосистем на Земле.

Таблица 16 – Характеристика биомов земного шара

Тип экосистемы	Краткая характеристика
Тропический дождевой лес	
Тропический сезонный лес	
Вечнозеленый лес умеренной зоны	
Листопадный лес умеренной зоны	
Бореальный лес	
Редколесье и кустарники	
Саванна	
Злаковники умеренной зоны	
Тундра и альпийская растительность	
Пустынная и полупустынная растительность	
Экстремальные пустыни, скалы, пески и лед	
Возделываемые земли	
Болота	
Озера и реки	
Открытый океан	
Зоны апвеллинга	
Континентальный шельф	
Заросли водорослей и рифы	
Речные дельты	

## Вопросы для самоконтроля

- 1 Опишите виды экологической продукции экосистем.
- 2 Назовите основные типы экосистем.
- 3 Назовите основные виды наземных и водных экосистем.
- 4 Назовите основные отличия естественных экосистем от агроэкосистем.
- 5 Что такое «энергетическая субсидия»?

## Практическая работа 8 Учение о биосфере В. И. Вернадского

**Цель:** познакомить с биосферой Земли, её характеристиками и свойствами.

**Материалы и оборудование:** справочные таблицы, методическое пособие, тексты лекций.

### Ход работы

**Задание 1.** Заполните таблицу 17, описав типы веществ на Земле (по В. И. Вернадскому).

Таблица 17 – Характеристика типов веществ на Земле (по В. И. Вернадскому)

Типы веществ	Характеристика
Живое вещество	
Биогенное вещество	
Косное вещество	
Биокосное вещество	
Радиоактивное вещество	
Вещество рассеянных атомов	
Космическое вещество	

**Задание 2.** Распределите нижеперечисленные явления и процессы по соответствующим им биогеохимическим функциям живого вещества и заполните таблицу 18:

- 1) разложение отмершей органики редуцентами;

- 2) создание полезащитных лесополос;
- 3) образование первичной продукции автотрофами;
- 4) выделение  $\text{CO}_2$  при дыхании и  $\text{O}_2$  при фотосинтезе;
- 5) накопление кальция в костной ткани животных;
- 6) осуществление ферментативных реакций синтеза и разложения органических веществ в ходе клеточного метаболизма;
- 7) образование вторичной продукции консументами различных трофических уровней;
- 8) выделение метана и сероводорода в ходе разложения останков животного происхождения;
- 9) отложение биогенных элементов в клетках запасующих тканей;
- 10) реакции фотосинтеза и клеточного дыхания;
- 11) загрязнение акватории из-за разлива нефти;
- 12) минерализация растительного опада бактериями гниения.

Таблица 18 – Биогеохимические функции живого вещества

Функция	Пример
Энергетическая	
Газовая	
Концентрационная	
Окислительно-восстановительная	
Деструкционная	
Антропогенная	

**Задание 3.** Перенесите в рабочую тетрадь важнейшие круговороты веществ в биосфере (рисунки 6–9).

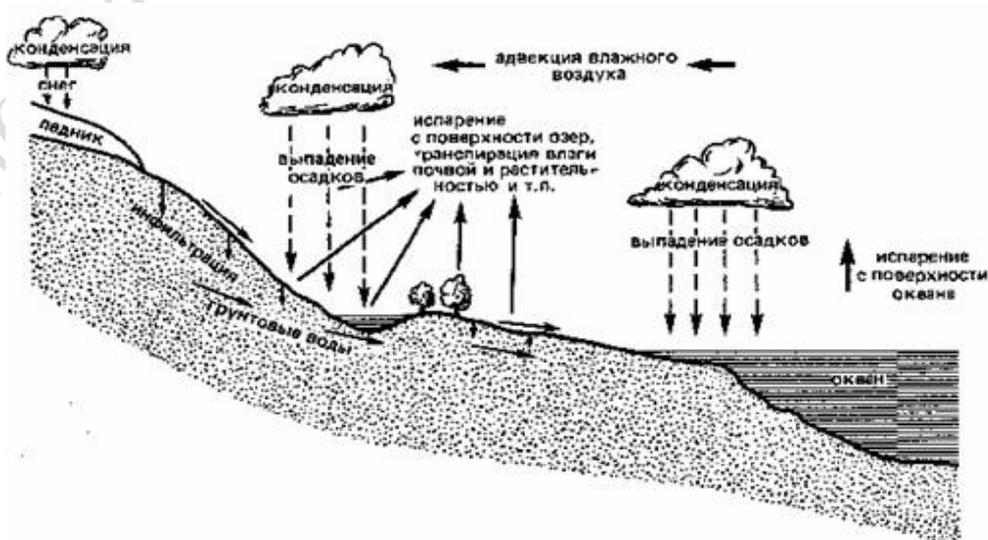


Рисунок 6 – Круговорот воды

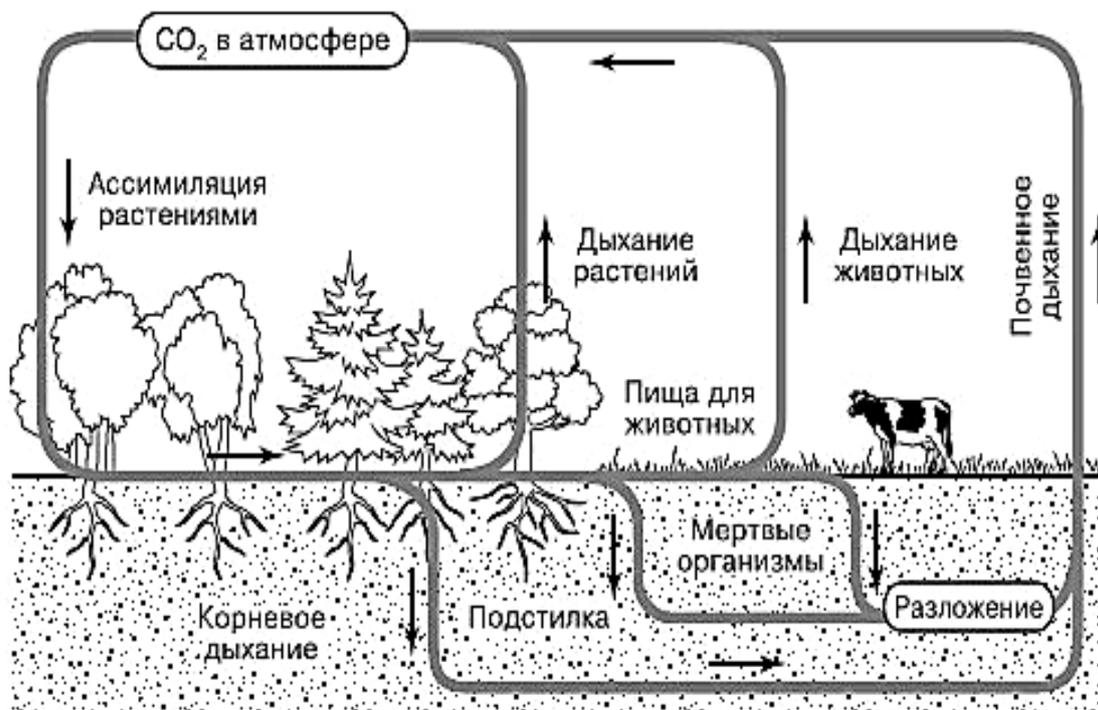


Рисунок 7 – Круговорот углерода

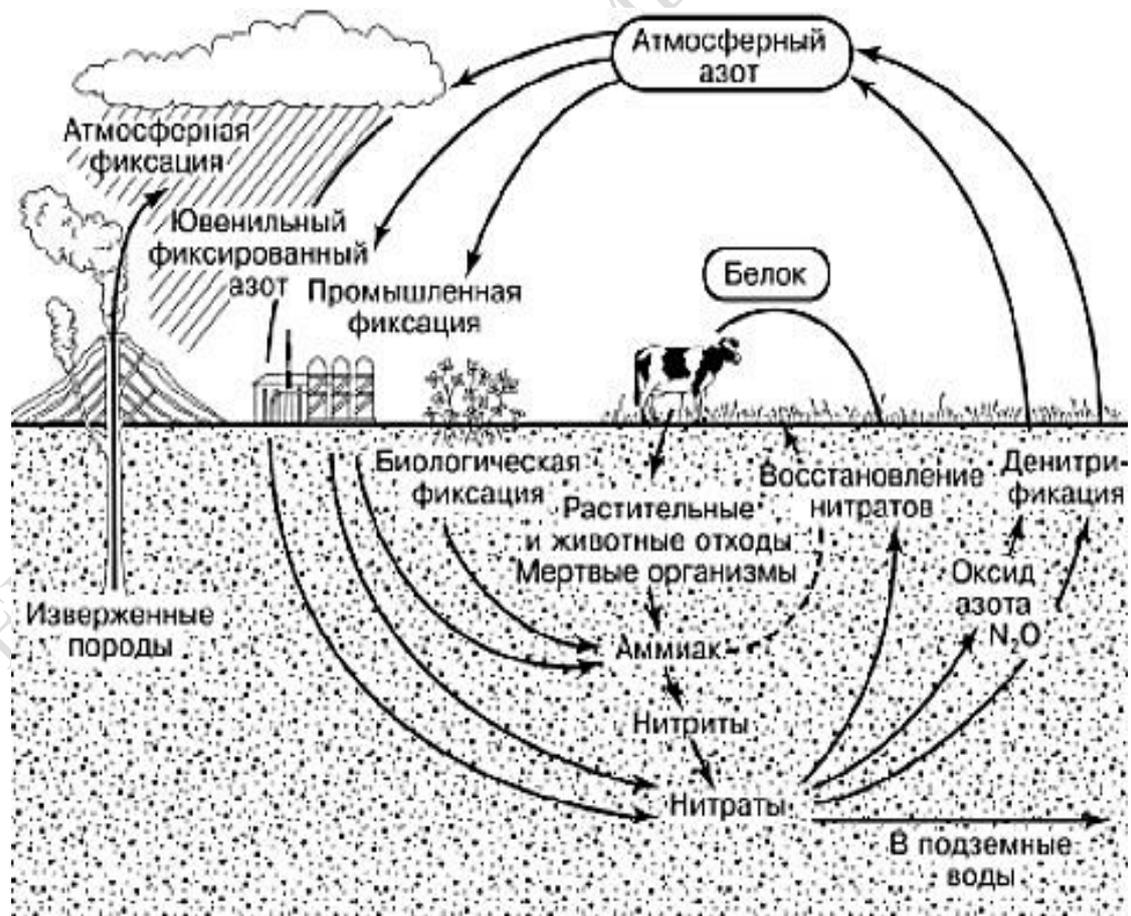


Рисунок 8 – Круговорот азота

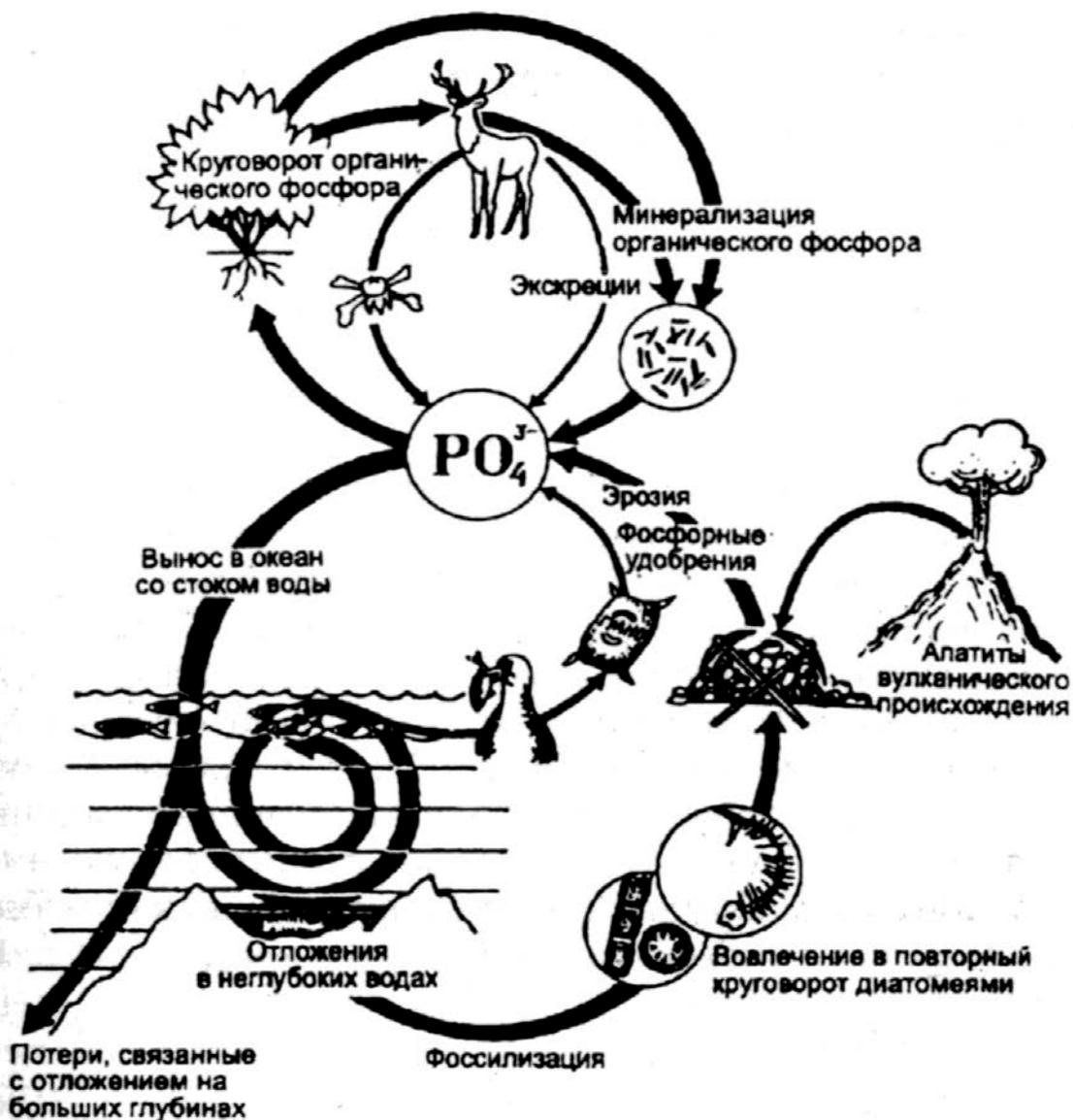


Рисунок 9 – Круговорот фосфора

## Вопросы для самоконтроля

- 1 Охарактеризуйте строение биосферы.
- 2 Назовите основные виды вещества биосферы по В. И. Вернадскому.
- 3 Охарактеризуйте свойства и функции живого вещества в биосфере.
- 4 Охарактеризуйте биогеохимический цикл.
- 5 Расскажите о сущности круговоротов основных веществ биосферы.

## Практическая работа 9

### Особо охраняемые природные территории

**Цель:** познакомить с особо охраняемыми природными территориями, их видами, а также особенностями организации и охраны животного и растительного мира.

**Материалы и оборудование:** справочные таблицы, методическое пособие, тексты лекций, Красная книга Республики Беларусь последнего издания.

#### Ход работы

**Задание 1.** На какие типы подразделяются особо охраняемые природные территории? Воспроизведите в тетради представленный ниже рисунок 10 и заполните его.

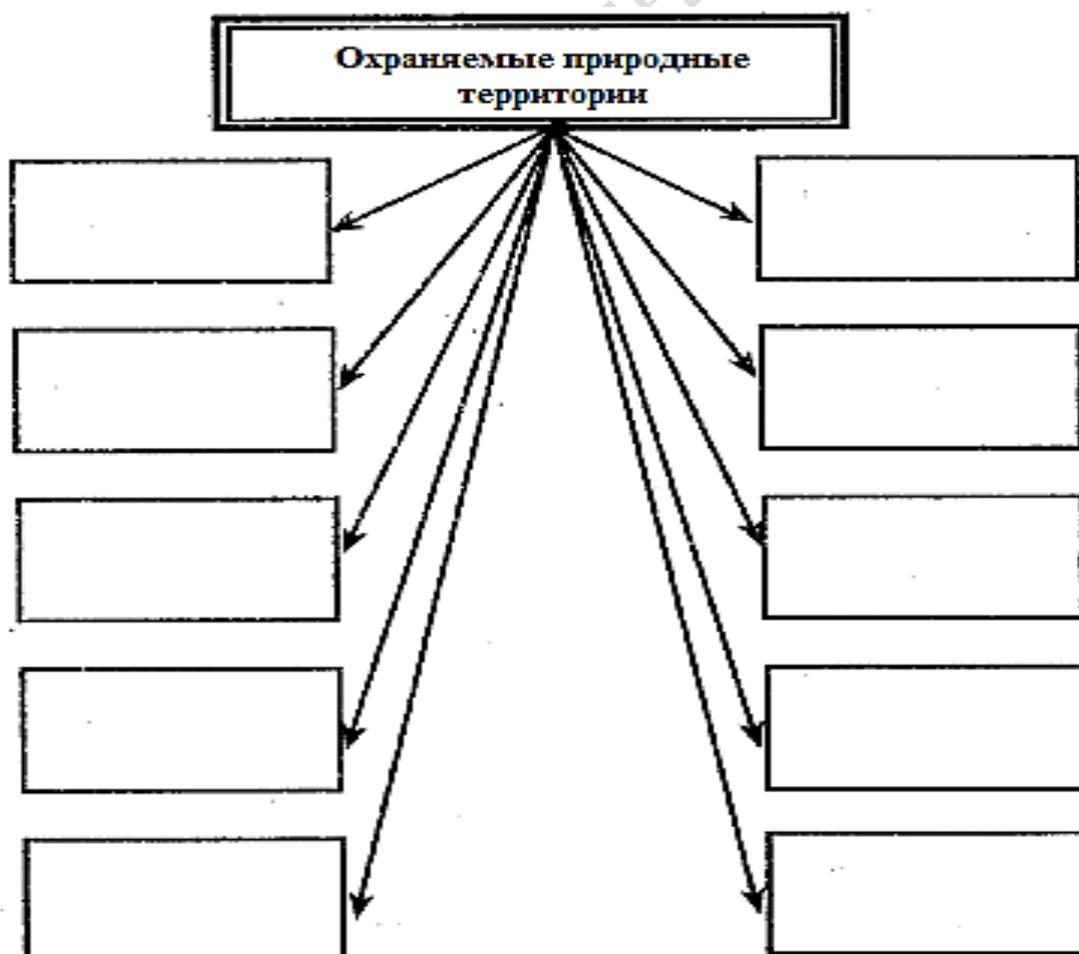


Рисунок 10 – Типы особо охраняемых природных территорий

**Задание 2.** Дайте письменно ответы на вопросы:

а) Дайте определения понятиям: «заповедник», «национальный парк», «заказник», «памятник природы».

б) Какова основная задача особо охраняемых природных территорий?

в) Какие особо охраняемые природные территории существуют в нашей стране, сколько их, назовите основные?

**Задание 3.** Опишите структуру Красной Книги Республики Беларусь. Отметьте в тетради, какие категории в ней выделяют? Распределите перечисленные виды по категориям охраны, заполнив таблицу 19: *носток сливовидный, бурый медведь, хара ломкая, нителла грациозная, ветреница лесная, борец обыкновенный, толстая (овальная) перловица, стерлядь, пихта белая, прострел луговой, береза карликовая, узкая беззубка, широкопалый рак, ручьевая форель, фиалка горная, дуб скальный, медицинская пиявка, бокоплав Палласа, сфагновая водомерка, гребенчатый тритон, медянка, кубышка малая, кувшинка белая, чернозобая гагара, европейский зубр, обыкновенный хомяк, крапива киевская, клюква мелкоплодная, змея-яд, крапчатый суслик, филин, цимбелла изогнутая, гроздовик виргинский.*

Таблица 19 – Примеры редких и исчезающих видов растений и животных, занесенных в Красную Книгу Республики Беларусь

Категория охраны	Примеры
I	
II	
III	
IV	

### Вопросы для самоконтроля

1 Назовите основные виды особо охраняемых природных территорий.

2 Назовите отличия национального парка от заповедника.

3 Назовите отличия заповедника от заказника.

4 Назовите основные крупные заказники в Республике Беларусь, а также особо охраняемые природные территории Вашего региона.

## Литература

- 1 Галиновский, Н. Г. Экология с основами метеорологии / Н. Г. Галиновский, Д. В. Потапов, Г. Г. Гончаренко. – Гомель : ГГУ им. Ф.Скорины, 2009. – 109 с.
- 2 Киселёв, В. Н. Основы экологии / В. Н. Киселёв. – Минск : Універсітэцкае, 2000. – 384 с.
- 3 Косарев, В. П. Лесная метеорология с основами климатологии / В. П. Косарев, Т. Т. Андрющенко. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар : Лань, 2009. – 287 с.
- 4 Лемеза, Н. А. Тесты и лабораторные работы по экологии : учебное пособие / Н. А. Лемеза. – Минск : Юнипресс, 2005. – 256 с.
- 5 Ражкоў, Л. М. Экалогія з асновамі метэаралогіі : падручнік / Л. М. Ражкоў. – Мінск : Ураджай, 1995. – 341 с.
- 6 Ражкоў, Л. М. Экалогія з асновамі метэаралогіі. Лабараторны практыкум / Л. М. Ражкоў, Г. Я. Клімчык, Дз. В. Шыман. – Мінск : БДТУ, 2007. – 178 с.
- 7 Радкевич, В. А. Экология / В. А. Радкевич. – Минск : Вышэйшая школа, 1998. – 159 с.
- 8 Федорук, А. Т. Экология : учебное пособие / А. Т. Федорук. – Минск : Вышэйшая школа, 2013. – 462 с.

Производственно-практическое издание

**Галиновский Николай Геннадьевич,  
Потапов Дмитрий Викторович,  
Гончаренко Григорий Григорьевич**

## **ЭКОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ МЕТЕОРОЛОГИИ**

Практическое пособие

Редактор *В. И. Шкредова*  
Корректор *В. В. Калугина*

Подписано в печать 14.03.2019. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 2,1.  
Уч.-изд. л. 2,29. Тираж 30 экз. Заказ 110.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования

«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 3/1452 от 17.04.2017.  
Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013.  
Ул. Советская, 104, 246019, Гомель.



