

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)

Т.В. Денисова

БИОРАЗНООБРАЗИЕ

**Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и
самостоятельной работе для студентов направления
05.03.06 (022000.62) «Экология и природопользование»**

2014

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ)

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой РЭТЭМ
_____ В.И. Туев
«__» _____ 2014 г.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ

**Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и
самостоятельной работе для студентов направления
05.03.06 (022000.62) «Экология и природопользование»**

Разработчик:
доцент каф. РЭТЭМ
_____ Т.В. Денисова
«__» _____ 2014 г.

Биоразнообразие: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов направления 05.03.06 (022000.62) «Экология и природопользование» / Сост. Денисова Т.В. – Томск, 2014. – 45 с.

Содержат перечень тем и заданий, необходимых для изучения предмета в соответствии с программой курса «Биоразнообразие» для направления 05.03.06 (022000.62) «Экология и природопользование». Включают 12 тем, в каждой из которых рассматриваются процессы, протекающие в системах различной природы, сложности и уровня, что способствует выработке у студентов системного мышления.

Методические указания предназначены для аудиторной и самостоятельной работы студентов.

К каждому практическому занятию прилагается список рекомендуемой литературы. Также приводится перечень вопросов для подготовки к зачету, темы рефератов.

СОДЕРЖАНИЕ

Цели и задачи дисциплины и ее место в учебном процессе.....	5
Планы практических занятий.....	6
Задания и виды самостоятельной работы.....	41
Примерные темы рефератов.....	43
Примеры тестов для промежуточного контроля.....	43
Вопросы к зачету.....	43
Рейтинговая система оценки.....	44

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ И ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

1.1 Цели и задачи дисциплины: ознакомление студентов с концептуальными основами биоразнообразия, как современной комплексной науки об экосистемах и биосфере.

1.2 Задачи дисциплины: сформировать представления о современном многообразии живых организмов и экологического мировоззрения на основе знаний особенностей живых организмов, образующих сложные многокомпонентные экосистемы, способные к саморегуляции; изучить основные законы и концепции экологии и биоразнообразия, основные свойства живых систем, принципы биологической систематики, средообразующие функции живого, структуры и эволюции биосферы и роли в ней человека; сформировать представления о принципах функционирования и пределах устойчивости экосистем и биосферы и прогнозирование изменения биомов в конкретных условиях; научиться обосновывать природоохранные мероприятия для поддержания биологического разнообразия.

1.3 Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- концептуальные основы биоразнообразия;
- особенности живых организмов, образующих сложные многокомпонентные экосистемы и их многообразие;
- основные законы экологии и биоразнообразия и свойств живых систем; принципы биологической систематики.

уметь:

- обосновывать природоохранные мероприятия для поддержания биологического разнообразия;
- прогнозировать изменения биомов в конкретных условиях;
- анализировать частные и общие проблемы использования природных условий и ресурсов.

владеть:

- методами и навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций (согласно ФГОС):

Профессиональные компетенции (ПК):

- ▲ знать теоретические основы биогеографии, экологии животных, растений и микроорганизмов (ПК-8).

При реализации учебной работы по дисциплине «Биоразнообразие» с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся и в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки бакалавра реализуется компетентностный подход и предусмотрено использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: деловые игры, разбор конкретных ситуаций.

1.4 Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Биоразнообразие» читается в четвертом семестре и предусматривает чтение лекций, проведение практических занятий, получение различного рода консультаций.

Дисциплина "Биоразнообразие" входит в блок базовой части профессионального цикла (БЗ.Б.2).

Успешное овладение данной дисциплиной предполагает предварительные знания, полученные при изучении дисциплин «Охрана окружающей среды», «Биогеография». Знания, полученные при изучении данной дисциплины, студенты смогут использовать

при изучении дисциплин «Устойчивое развитие человечества», «Экологический мониторинг».

ПЛАНЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическое занятие №1

Предмет и задачи биоразнообразия

(2 ч, самостоятельная работа —2 ч)

Форма проведения - семинар.

Цель: Ознакомление с основными понятиями биоразнообразия, направлениями изучения и сохранения биоразнообразия.

Рассматриваемые вопросы:

1. Феномен биоразнообразия, богатство видов и факторы его формирования.
2. Понятие биоразнообразия и его трактовка.
3. Современные представления о биологическом разнообразии.
4. Понятие вида, развитие научных взглядов на категорию вида, его происхождение и эволюцию.
5. Видообразование и филетическая эволюция.
6. Центры происхождения и доместикации видов.
7. Современные направления исследований по оценке, сохранению биологического разнообразия и практические действия международного сообщества.
8. Международные программы изучения биоразнообразия, национальные стратегии.
9. Национальная стратегия России и план действий по сохранению биоразнообразия.

Литература для подготовки к занятию

1. Бродский А.К. Общая экология: учебник для вузов / А.К. Бродский. – М.: Академия, 2006. – 253 с.
2. Общая экология: Учебное методическое пособие / Смирнов Г. В., Зиновьев Г. Г. – 2012. 250 с.
3. Шилов И.А. Экология: учебник для вузов / И.А. Шилов. – М.: Высшая школа, 2006. – 511 с.

Практическое занятие №2

Системная концепция биоразнообразия

(2 ч, самостоятельная работа —2 ч)

Форма проведения - семинар.

Цель: Ознакомление с системным подходом для изучения организации биологических систем

Рассматриваемые вопросы:

1. Концепция системного подхода к изучению организации живого.
2. Уровни биологических систем: вид- популяция- экосистема- биом.
3. Представление о взаимосвязанности и взаимодействии живых систем разных уровней.
4. Основные положения общей теории систем и их приложение к изучению биоразнообразия (работы Л. Бергаланфи, принцип Ле-Шателье).
5. Генетическое разнообразие.
6. Вид как универсальная единица учета биоразнообразия.

7. Видовое разнообразие.
8. Экосистемное разнообразие.
9. Работы Р. Уиттекера по оценке биоразнообразия.
10. *Альфа-разнообразие* – разнообразие видов внутри местообитания, или одного сообщества.
11. Показатели видового богатства и видовой насыщенности.
12. *Бета-разнообразие* – разнообразие видов и сообществ по градиентам среды.
13. *Гамма-разнообразие* – разнообразие видов и сообществ в ландшафте, в регионах биома, на островах и т.д.

Литература для подготовки к занятию

1. Шилов И.А. Экология: учебник для вузов / И.А. Шилов. – М.: Высшая школа, 2006. – 511 с.
2. Бродский А.К. Общая экология: учебник для вузов / А.К. Бродский. – М.: Академия, 2006. – 253 с.
4. Общая экология: Учебное методическое пособие / Смирнов Г. В., Зиновьев Г. Г. – 2012. 250 с.

Практическое занятие №3
Таксономическое и типологическое разнообразие организмов
 (2 ч, самостоятельная работа —2 ч)

Форма проведения - семинар.

Цель: Ознакомление с таксономическим и топологическим разнообразием организмов.

Рассматриваемые вопросы:

1. Инвентаризационное биоразнообразие.
2. Вклад различных групп организмов в общее биоразнообразие.
3. Представление о типологическом (структурном) разнообразии (разнообразие жизненных форм, экологических и эколого-ценотических групп, географических и генетических элементов и проч.).
4. Центры таксономического разнообразия.
5. Видовое богатство мира и России.
6. Биоразнообразие, созданное человеком.
7. Методы селекции: гибридизация, мутагенез и генная инженерия.
8. Использование инбридинга, аутбридинга и гетерозиса в селекции растений и животных.
9. Искусственный отбор – как основа селекционного процесса, его виды.
10. Моногенное и полигенное наследование признаков.
11. Химический и радиационный мутагенез – как путь повышения генетической гетерогенности.
12. Полиплоидия и другие способы преодоления барьеров для скрещивания.
13. Экологическая характеристика генной инженерии.
14. Методы селекции растений: гибридизация, мутагенез и генная инженерия.
15. Потенциальное и реальное биоразнообразие.

Литература для подготовки к занятию

1. Тейлор Д. Биология: в 3-х т.: пер. с англ. / Д. Тейлор [и др.]. Т. 3. / пер.: Ю. Л. Амченкова, И. В. Еланская, Н. О. Фомина. - М.: Мир, 2007. – 451 с.
2. Шилов И.А. Экология: учебник для вузов / И.А. Шилов. – М.: Высшая школа, 2006. – 511 с.

5. 3. Общая экология: Учебное методическое пособие / Смирнов Г. В., Зиновьев Г. Г. – 2012. 250 с.

Практическое занятие №4
Факторы формирования биоразнообразия
(2 ч, самостоятельная работа —1 ч)

Форма проведения - семинар.

Цель: Ознакомление с основными факторами формирования биоразнообразия.

Рассматриваемые вопросы:

1. Природные факторы формирования биоразнообразия: абиотические и биотические.
2. Исторические факторы.
3. Глобальные изменения окружающей среды и динамика биоразнообразия.
4. Понятие устойчивости и стабильности.
5. Условия, определяющие стабильность биосистем.
6. Антропогенные факторы воздействия на процессы формирования и поддержания биоразнообразия.
7. Виды антропогенного воздействия на экосистемы.
8. Классификация экосистем по степени антропогенного воздействия.
9. Инвазии чужеродных видов как фактор потери биоразнообразия.
10. Синантропизация живой оболочки планеты.

Литература для подготовки к занятию

1. Хван Т.А., Шинкина М.В. Экология. Основы рационального природопользования. - М.: Издательство Юрайт, 2012. - 320 с.
2. Бродский А.К. Общая экология: учебник для вузов / А.К. Бродский. – М.: Академия, 2006. – 253 с.
3. Шилов И.А. Экология: учебник для вузов / И.А. Шилов. – М.: Высшая школа, 2006. – 511 с.

Практическое занятие №5
Методы оценки биоразнообразия
(2 ч, самостоятельная работа —1 ч)

Форма проведения - семинар.

Цель: Ознакомление с основными методами оценки биоразнообразия.

Рассматриваемые вопросы:

1. Методы анализа видового разнообразия на локальном, региональном и глобальном уровнях.
2. Индикаторные и ключевые виды при изучении и оценке биоразнообразия.
3. Математические и статистические методы оценки (методы ординации, кластерный анализ и др.).
4. Основные индексы и показатели биоразнообразия, применяемые в современных исследованиях (индексы Шеннона, Маргалефа, Уиттекера).

Литература для подготовки к занятию

1. Хван Т.А., Шинкина М.В. Экология. Основы рационального природопользования. - М.: Издательство Юрайт, 2012. - 320 с.
2. Общая экология: Учебное методическое пособие / Смирнов Г. В., Зиновьев Г. Г. – 2012. 250 с.

3. Шилов И.А. Экология: учебник для вузов / И.А. Шилов. – М.: Высшая школа, 2006. – 511 с.

Практическое занятие №6
Оценка видового разнообразия с применением математических индексов
(2 ч, самостоятельная работа —1 ч)

Цель: Количественно оценить компоненты биоразнообразия на изучаемой территории и сделать заключение о причинах этих изменений.

Теоретические основы

Количество различных типов биологических объектов (видов животных, растений, грибов и микроорганизмов) и биологических процессов, а также численные меры присутствия и размещения организмов в системах биосферы характеризуют биологическое разнообразие планеты. Это понятие используют для описания сложности живого вещества¹, его способности к саморегуляции и самовоспроизводству. Как правило, различают разнообразие генетическое, видовое и экосистемное (ландшафтное). Однако самым всеобъемлющим считают экосистемное разнообразие.

Данная работа посвящена изучению видового разнообразия животных.

По мнению Ю. Одум, в состав экосистемного биоразнообразия входят следующие компоненты: видовое богатство, характер распределения особей среди представленных в сообществе видов и структурное разнообразие.

Видовое богатство D – это число видов, осваивающих данную территорию, т.е. плотность видов. Как правило, видовое разнообразие возрастает с увеличением времени освоения и площади территории, а также в направлении к экватору; в условиях стрессового воздействия на систему оно сокращается. Численным индексом компонента служит какая-либо комбинация общего числа видов, выявленных на данной территории, S и суммарного числа особей, принадлежащих ко всем отмеченным видам, $N = \sum n_i$, где n_i – число особей, относящихся к одному определенному виду i ; суммирование ведется по всему числу видов, т.е. $i = 1, 2, \dots, S$. Например, $D = S / N$.

Сообщества одинаковой плотности различаются относительным обилием видов, структурой доминирования и степенью выровненности распределения особей среди всех представленных видов.

Вид, количественно преобладающий в данном сообществе, как правило, в сравнении с экологически близкими формами или видами, находящимися на одном уровне экологической пирамиды, называется доминантом или доминирующим видом (от лат. *dominantis* – господствующий)¹. Вид, не находящийся под угрозой исчезновения, но представленный малым количеством особей, именуется редким.

Из общего числа видов, входящих в состав сообщества, лишь немногие бывают доминирующими, а большая часть относится к категории редких или видов с промежуточным обилием.

Структуру доминирования качественно характеризует форма кривой доминирования. Она строится следующим образом. По горизонтальной оси – оси X – в арифметическом масштабе откладывают индексы видов. Индекс, равный 1, присваивают

¹ Совокупность организмов, представленную их общей массой, средним химическим составом и интегральной ролью в энерго- и массообменных процессах Земли, академик В.И. Вернадский называл живым веществом. Совокупность организмов одного вида или расы – это однородное живое вещество.

¹ Средообразующие виды растений, заметно преобладающие в данном фитоценозе, называются *эдификаторами* (от лат. *aedificator* – строитель). В степях – это ковыли, в болотах – осоки, в лесах – дубы, березы, сосны.

виду с максимальной численностью в данном сообществе; индекс, равный 2, – второму по численности виду; индекс, равный 3, – третьему по численности виду и т.д. По вертикальной оси – оси Y – откладываются логарифмы численности каждого вида в данном сообществе (рис. 1).

Форма кривой доминирования, близкая к А, т.е. к прямой, свидетельствует что каждый вид сообщества занимает участок, достаточно удаленный от участков обитания других видов. Если же территория поделена на соприкасающиеся либо даже перекрывающиеся участки, то кривая доминирования имеет форму, близкую к Б. Подобная ситуация характерна для обычных сообществ с интенсивной межвидовой конкуренцией. Чем выше расположена кривая и чем более она «уплощена», тем больше общее разнообразие и меньше проявляется доминирование одного или нескольких видов. При наличии любого стресса угол α увеличивается.

Степень выровненности распределения особей среди всех представленных видов поясняет следующий пример.

Пусть сообщество состоит из 10 видов и в сумме поддерживает 100 особей. Тогда под выровненностью понимают порядок распределения 100 особей между 10 видами. Если каждый вид представлен 10 особями (10×10), то говорят о высокой выровненности распределения особей. Если в сообществе представлены явные доминантные и редкие виды ($1 \times 30 + 4 \times 10 + 5 \times 6$), то говорят о низкой выровненности распределения особей.

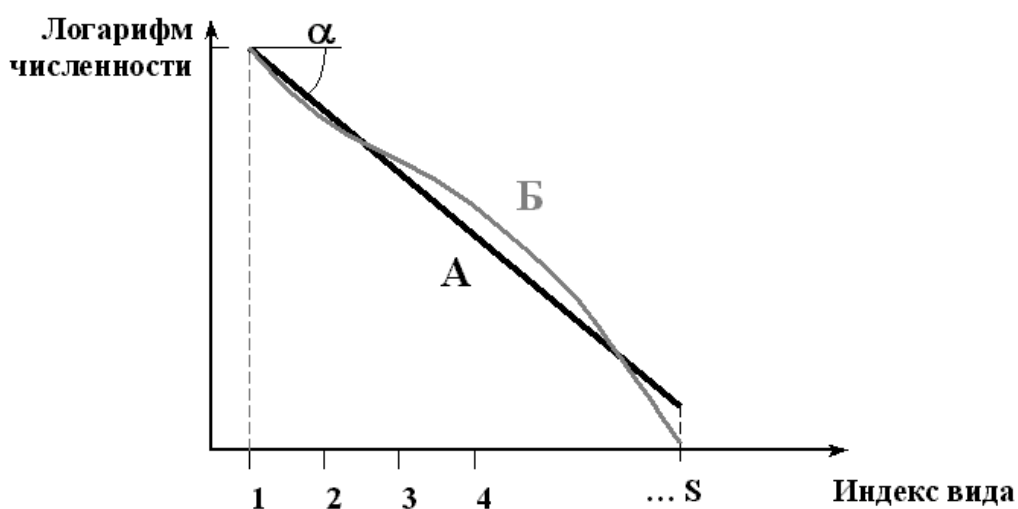


Рисунок 1 – Типы кривых доминирования

Структурное разнообразие сообщества является следствием естественной неоднородности среды обитания (неравномерности распределения пищевых ресурсов) и/или цикличности воздействия на сообщество природных процессов. Характеристиками данного компонента биоразнообразия являются: способы пространственного размещения организмов, особенности их суточной и сезонной активности, структура пищевой сети, вероятные социальные структуры, особенности взаимодействия видов и другие. К изменению видового разнообразия приводит вымирание и истребление видов. Термином «вымирание» обозначают постепенное исчезновение с лица Земли каких-либо биологических таксонов под действием природных и антропогенных сил. По мнению Н.Ф. Реймерса, на протяжении последних 545 млн лет число видов на планете практически не менялось: возникающие новые виды заменяли собой эволюционно отжившие, но процесс этот не был равномерным. Резкие изменения фауны и флоры зафиксированы в слоях горных пород возрастом 480 млн лет (рубеж O-S), 250 млн лет (рубеж P-T), 200 млн лет (рубеж T-J), 65 млн лет (рубеж K-Pg). На протяжении веков причины вымирания остаются

предметом научных споров. Реформатор сравнительной палеонтологии и систематики животных Жорж Кювье (1769-1832) связывал эти изменения с катастрофическими процессами на Земле; Чарлз Дарвин (1809-1882) считал их результатом естественного отбора. Наш современник Л.Ш. Давиташвили исключал влияние геологических катастроф и утверждал, что к вымиранию таксонов приводили межвидовые взаимодействия.

Исчезновение таксонов в результате чрезмерной эксплуатации биологических ресурсов (сверхлимитного промысла животных, вырубки и сбора растений), прямого преследования организмов, разрушения среды их обитания либо оказания беспокоящих воздействий называют истреблением видов.

В настоящее время установлено существование около 2 млн видов живых организмов. Однако, их действительное число может составлять от 3 до 100 и более млн. Большая часть видов представлена насекомыми и микроорганизмами. Ежедневно на Земле вымирает около 70 видов¹. Около 39 % всех уже исчезнувших видов погибли от вселения на данную территорию других организмов, 36 % – в результате разрушения среды обитания, 23 % – в результате охоты и промысла, 2 % – от отравления и по другим причинам. Исчезновение любых видов ведет к разрушению экологических цепей, глобальная сеть которых обеспечивает устойчивость биосферы.

С правовой точки зрения фауна является не только компонентом биоразнообразия, но и природно-возобновимым ресурсом, охраняемым и используемым для удовлетворения духовных и материальных потребностей населения РФ, т.е. национальным достоянием страны. Согласно ФЗ «О животном мире» (1995), животный мир – это совокупность всех видов диких животных, постоянно или временно населяющих территорию России, а также относящихся к природным ресурсам континентального шельфа и исключительной экономической зоны Российской Федерации. Объектом использования и охраны выступают именно дикие животные (млекопитающие, птицы, пресмыкающиеся, земноводные, рыбы, моллюски, насекомые и др.), обитающие в состоянии естественной свободы на суше, в воде, атмосфере и почве. Не являются таким объектом сельскохозяйственные и другие домашние животные, а также дикие животные, содержащиеся в неволе или полуневоле для хозяйственных, культурных, научных, эстетических и иных целей. Они считаются имуществом, принадлежащим на правах собственности государству, юридическим или физическим лицам, и используются и охраняются в соответствии с гражданским законодательством. Объектами животного мира федерального значения признаются следующие категории животных: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения, в т.ч. занесенные в Красную книгу РФ; населяющие внутренние моря, континентальный шельф и морскую экономическую зону РФ; обитающие в пределах особо охраняемых природных территорий федерального значения; отнесенные к особо ценным в хозяйственном отношении; естественно мигрирующие по территории двух и более субъектов РФ; подпадающие под действие международных договоров РФ. Иные объекты животного мира находятся в совместном ведении РФ и субъектов РФ. Государственное регулирование в области использования и охраны животного мира включает: осуществление мониторинга и ведение кадастра животного мира; планирование и контроль природоохранных мероприятий; разрешение споров, связанных с использованием животного мира.

Основными природоохранными мероприятиями являются:

- установление норм и правил по охране, рациональному использованию и воспроизводству животного мира;
- установление запретов и ограничений в пользовании животным миром;
- охрана животного мира от самовольного пользования;
- охрана среды обитания, условий размножения и путей миграции животных;

¹ Литературная газета. № 37 (6039), 2005, с. 4.

- предотвращение гибели животных при осуществлении производственных процессов;
- организация заповедников, заказников и иных особо охраняемых природных территорий;
- разведение в неволе редких и находящихся под угрозой исчезновения видов;
- ограничение изъятия животных для зоологических коллекций;
- оказание помощи животным в случае заболевания, угрозы их гибели при стихийных бедствиях и вследствие других причин;
- организация научных исследований, направленных на обоснование мер по охране животного мира;
- воспитание населения в духе гуманного отношения к животным.

ФЗ «О животном мире» допускает использование традиционных для малочисленных коренных народов РФ способов добычи и промысла животных. Однако этот промысел не должен приводить к снижению биоразнообразия, сокращению численности и скорости воспроизводства видов, а также разрушать среду обитания организмов. Для остальных субъектов права ограничения на пользование биоресурсами гораздо жестче.

Важное значение для охраны и воспроизводства видов имеет международная Конвенция «О биологическом разнообразии»¹, принятая в 1992 году в Рио-де-Жанейро и вступившая в силу для России 7 июля 1995 года. Данное соглашение отражает всеобщую озабоченность нарастающей дестабилизацией биосферы. Расчеты показали, что особых надежд на построение искусственных систем, обеспечивающих стабилизацию биосферы с той же степенью точности, что и естественные – основанные на трофических взаимодействиях – системы, нет. Именно поэтому главной задачей человека является сохранение всего комплекса живых организмов, представленных на Земле. Методики научных исследований, направленных на обоснование мер по охране биоразнообразия, находятся в стадии разработки и опробации. Их разработкой занимаются многие научные коллективы. В настоящее время существует четыре группы подобных методик – на основании количественных, качественно-количественных, индикаторных и косвенных оценок.

Основой количественных показателей служат сочетания двух параметров:

- число видов, выявленных на данной территории, S ;
- суммарного числа особей, принадлежащих всем этим видам, $N = \sum ni$, где $i = 1 \dots S$.

Общее разнообразие сообщества характеризует индекс Шеннона¹:

$$H_{Ш} = - \sum (p_i \times \ln p_i) = (p_1 \times \ln p_1) + (p_2 \times \ln p_2) + \dots + (p_S \times \ln p_S),$$

где $p_i = n_i / N$ – доля особей i -го вида; $i = 1, 2, 3, \dots, S$ (формула 1)

¹ Необходимо отметить, что список международных соглашений и международных организаций, имеющих отношение к охране и воспроизводству биоразнообразия, весьма представительен. Помимо названной Конвенции о биологическом разнообразии, примером служат Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом, в качестве местобитаний водоплавающих птиц (Рамсарская конвенция, 1971); Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС, 1973); Конвенция об охране мигрирующих видов диких животных (Боннская конвенция, 1979); Международная конвенция по регулированию китобойного промысла (1946); Соглашение об охране белых медведей (1973). Для координации усилий в области мониторинга и охраны биоразнообразия в 1971 году ЮНЕСКО разработала программу «Человек и биосфера» (МАБ), участниками которой являются 110 государств.

¹ Клод Элвуд Шеннон – американский инженер и математик, один из основоположников теории информации и теории автоматов.

Видовое богатство характеризуют индексы:

$$D = S / N \text{ (формула 2)}$$

$$D = S / \sqrt{N} \text{ (формула 3)}$$

$$D = (S - 1) / \ln N \text{ (формула 4)}$$

Структуру доминирования характеризует индекс Симпсона:

$$CCM = \sum (ni / N)^2 = (n1 / N)^2 + (n2 / N)^2 + \dots + (nS / N)^2 \text{ (формула 5)}$$

Чем сильнее доминирование одного или нескольких видов в сообществе, тем больше величина индекса ССм. Величина H , численно равная $(1 - CCM)$, используется в качестве дополнительного индекса общего биоразнообразия. Выровненность распределения видов характеризует индекс Пиелу:

$$EP = H / \ln S \text{ (формула 6)}$$

В дополнение к количественным методам оценки видового биоразнообразия в силу своей простоты и невысокой стоимости широкое распространение получили индикаторные методы оценки биоразнообразия.

Таким образом, разработка методов оценки биологического разнообразия является актуальной задачей биоэкологии. При этом количественные характеристики уточняются качественными оценками. Подобные исследования тесно связаны с развитием системы особо охраняемых природных территорий и разработкой общей стратегии природопользования.

Задание для выполнения

1. Дать определения и ответить на вопросы:

- понятие биологического разнообразия и его главные компоненты;
- главные компоненты экосистемного биоразнообразия;
- понятие видового богатства и тенденции его изменения;
- понятие доминанта и редкого вида;
- характеристики структурного разнообразия сообщества;
- главные причины изменения биоразнообразия;
- понятие «животный мир территории»;
- объекты животного мира федерального значения;
- в чем заключается государственное регулирование в области использования и охраны животного мира.

2. Внимательно изучить данные таблицы 1. Выделить два доминантных и два редких вида. Записать вывод в отчет.

3. В соответствии с предложенным вариантом и данными таблицы 2 установить годы, для которых необходимо провести сравнение численных индексов видового разнообразия.

4. Обратит внимание, что общее число видов, представленных на изучаемой территории, для всех вариантов равно 11, т.е. $S = 11$.

5. Определить суммарное число особей, осваивающих территорию, суммированием данных в необходимых столбцах. Результатом является величина N для каждого из двух рассматриваемых годов.

Внимание! При выполнении пунктов 6-10 рекомендуется заполнение таблицы:

№	Рассчитываемый параметр для 199__ года				
	ni	$\ln(ni)$	pi	$(pi)^2$	$pi \times \ln(pi)$
1					
2					
11					
Сумма	$N = \sum (ni)$			$CCM = \sum (pi)^2$	$HШ = - \sum (pi \times \ln(pi))$

6. Определить долю особей каждого из 11 видов по формуле:

$$pi = ni / N,$$

где n_i – число особей i -го вида, N – результат расчета на предыдущем шаге.

Например, для первого вида «лось» $n_1 = 845$ в 1996 году и $n_1 = 1\ 552$ в 2000 году.

Внимание! Расчет p_i ведется для двух сравниваемых годов.

7. Для двух сравниваемых годов рассчитать индексы по формулам:

- 1) Шеннона (формула 1);
- 2) индекс видового богатства (формула 3 или формула 4 в зависимости от варианта);
- 3) Симпсона (формула 5);
- 4) Пиелу (формула 6).

8. Письменно сделать вывод, как изменилась величина каждого индекса и соответственно характеризующий компонент биоразнообразия за период с ... по ... годы.

Например: рост величины индекса Симпсона за период с 1996 по 1998 годы свидетельствует о том, что в рассматриваемом сообществе относительное доминирование такого-то и такого-то видов увеличилось.

9. В полном соответствии с алгоритмом, изложенным в данной работе, в одной системе координат построить 2 кривых доминирования (для двух лет). Рисунок должен сопровождаться подрисовочной подписью! Оценить форму кривых доминирования (тип «А» или тип «Б»). Письменно сделать заключение, о чем свидетельствует форма кривой. Оценить изменения угла наклона кривой по отношению к оси X. Письменно сделать заключение, о чем может свидетельствовать подобное изменение.

Внимание! Рекомендуемый масштаб: по оси X – 1 см, по оси Y – 2 см.

10. В заключение отчета сделать вывод, как изменилось биоразнообразие в регионе, указать возможные причины этих изменений, и сформулировать несколько мероприятий, нацеленных на охрану биоразнообразия.

Таблица 1 – Изменение численности некоторых видов в изучаемом сообществе

№	Наименование вида	Численность особей данного вида в изучаемом сообществе*				
		1996 год	1997 год	1998 год	1999 год	2000 год
1	Лось	845	1 050	1 294	1 448	1 552
2	Кабан	1 928	2 410	2 951	3 364	3 465
3	Косуля	3 217	4 000	4 906	5 397	5 559
4	Олень благородный	309	320	333	341	340
5	Заяц	11 880	10 800	8 986	8 537	9 049
6	Лисица красная	3 960	3 700	3 018	2 565	2 488
7	Куница	1 235	1 300	1 083	921	829
8	Горноста́й	170	212	93	65	49
9	Волк	18	20	15	12	14
10	Хорь	525	500	486	471	452
11	Белка	9 239	7 897	5 332	4 000	4 280

*Численность особей в 1997 и 1998 гг. приведена по разделу 6 доклада о состоянии окружающей среды Тульской области в 1998 году.

Таблица 2 – Варианты для проведения расчетов

Годы, для которых проводится сравнение индексов биоразнообразия										Формула
1996/ 1997	1996 / 1998	1996 / 1999	1996 / 2000	1997 / 1998	1997 / 1999	1997 / 2000	1998 / 1999	1998 / 2000	1999 / 2000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	№ 3
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	№ 4
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
Номер варианта для проведения расчетов										

Литература для подготовки к занятию

1. Хван Т.А., Шинкина М.В. Экология. Основы рационального природопользования. - М.: Издательство Юрайт, 2012. - 320 с.
2. Бродский А.К. Общая экология: учебник для вузов / А.К. Бродский. – М.: Академия, 2006. – 253 с.
3. Шилов И.А. Экология: учебник для вузов / И.А. Шилов. – М.: Высшая школа, 2006. – 511 с.

Практическое занятие №7

Исчисление ущерба от истребления видов на основе экологических закономерностей

(2 ч, самостоятельная работа —1 ч)

Цель: Ознакомиться с методикой исчисления ущерба, вызванного истреблением животных, и получить численные оценки экономического ущерба в рублях.

Теоретические основы

Экология базируется на обширном фактическом материале, накопленном фундаментальной биологией на протяжении многих веков. Сам термин «экология» был предложен немецким зоологом-эволюционистом Эрнстом Геккелем лишь в 1866 году. В XIX столетии экология обогатилась и первыми эмпирическими обобщениями, или экологическими правилами. Предложенная Дарвином теория эволюции видов путем естественного отбора позволила рассматривать организм в неразрывной связи с окружающей его природной средой. Оказалось, что внешний облик, внутренние процессы и поведение любого организма в значительной степени обусловлены той средой, в которой он обитает. Из теоретических достижений биологии XIX века эволюционным идеям уступает лишь концепция о причинной зависимости между биологическими и климатическими показателями, разработанная Карлом Бергманом.

Согласно правилу Бергмана, для видов теплокровных животных, обитающих в условиях пониженных среднегодовых температур, характерно увеличение размеров тела особей, что способствует поддержанию постоянной температуры организма. В качестве следствия рассматривают положение Аллена об укороченности хвоста, конечностей и других органов у животных, обитающих в холодных условиях. Правило Глогера утверждает, что типичным видам животных холодных и влажных областей свойственна преимущественно темно-коричневая или черная пигментация волосяного покрова, что содействует аккумуляции тепла организмом. Согласно правилу Шелфорда-Парка, для организмов умеренных областей благоприятным (регулирующим) фактором развития являются периодические изменения температуры воздуха.

В первой трети XX столетия понятийный аппарат экологии приблизился к современному.

Ныне под биоэкологией понимают науку о закономерностях формирования, развития и устойчивого функционирования биологических систем разного ранга в их взаимоотношениях с условиями среды (Шилов, 2001). Важнейшим видом подобных систем считается популяция – группа организмов одного вида, занимающая определенное пространство (территорию или акваторию) и функционирующая как часть биотического сообщества. Системообразующими являются процессы самовоспроизведения и выживания, единые для всей группы (Одум, 1986). Под биотическим сообществом понимают совокупность популяций, которая в результате биологической коэволюции функционирует как целостная единица в ограниченном пространстве физической среды.

Параметры популяции определяются механизмами взаимодействия особей данной популяции с особями других видов, а также с абиотическими факторами среды обитания. Каждая популяция характеризуется следующими групповыми свойствами: плотностью, рождаемостью, смертностью, половозрастной структурой, биологическим потенциалом,

характером распределения в пространстве. Популяция обладает также специфическими генетическими характеристиками, непосредственно связанными с её экологией. К генетическим характеристикам относят адаптивность, эволюционную приспособленность и непрерывность, то есть вероятность оставления потомства на протяжении длительного времени. Носителем признаков популяции является группа, но не отдельные особи в этой группе. Так называемые биологические свойства популяции могут фиксироваться и для группы, и для отдельных входящих в нее организмов. Биологические свойства характеризуют жизненный цикл популяции. К ним относят рост, дифференциацию в пространстве и поддержание целостности структуры популяции.

В реальных условиях бывает сложно установить, какие параметры популяции являются ведущими: отражающие внутривидовые или межвидовые взаимодействия. Для практических задач принимают, что возможность рождения и выживания особей определяется внутривидовыми взаимодействиями, а их текущие количественные характеристики – всем биотическим и абиотическим окружением.

Способность популяции к увеличению численности характеризуют величиной рождаемости. Гибель особей в популяции выражается числом особей, погибших за данный период, или смертностью. Возрастная гибель организма – случайное событие. При равных прочих условиях, гибель обусловлена процессами старения. Процесс старения рассматривают как сложную цепь последовательных событий, в которой гибель организма является конечным звеном. Относительно природы начальных этапов процесса существуют различные гипотезы. Согласно генетической теории, изменения происходят в генах и связаны с процессами необратимого повреждения нуклеиновых кислот. Как следствие первичных изменений развиваются нарушения тех или иных биохимических процессов (синтез белка, окислительно-восстановительные процессы), затем происходят изменения на клеточном уровне, переходящие в изменения органов и тканей в случае многоклеточных организмов (Лэмб, 1980). Количественное описание подобного многостадийного процесса в биологической системе осуществляется с привлечением теории рецепторов.

Видовая продолжительность жизни (ВПЖ) – эволюционно контролируемый признак, то есть её величина, оптимальная для каждого вида, закрепились в ходе биологической эволюции. Пусковые механизмы старения закодированы в геноме организмов. Геном влияет на ВПЖ путем контроля над процессом синтеза ферментов, участвующих в функционировании защитных систем организма.

Одной из важных задач биологии продолжительности жизни является поиск связей между ВПЖ и параметрами, характеризующими вид в целом, а также установление межвидовых зависимостей такого рода.

Институтом высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН на большом массиве живых объектов – насекомых, ракообразных, моллюсков, земноводных, рыб, птиц и млекопитающих – установлена связь между видовой продолжительностью жизни и размером или массой одной особи. Независимой переменной служит масса живого объекта (рис. 2).

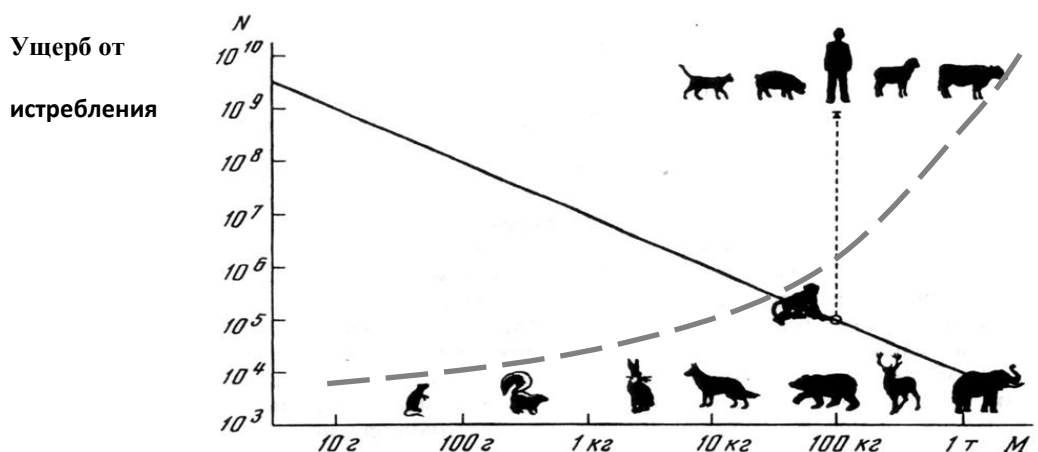


Рисунок 2 – Оценка общего числа особей данного вида в зависимости от массы организма и аномальное положение в этом ряду человека и его домашних животных

Видовая продолжительность жизни оценивается по формулам:

$$T = 398 \cdot L^{0,8} \quad (KK = 0,93) \quad (\text{формула 1})$$

$$T = 933 \cdot M^{0,3} \quad (KK = 0,94) \quad (\text{формула 2})$$

где L – максимальная или средняя длина живого объекта, сантиметры; M – максимальная или средняя масса живого объекта, граммы; T – в сутках. Плотность живого вещества в расчетах принимается равной 1 г/см³.

Формулы 1 и 2 адекватно «работают» для всех объектов, кроме рептилий.

Отношение ВПЖ/L свидетельствует, что и животные, и растения принадлежат к единой природной системе – живому веществу планеты (по В.И. Вернадскому). Так сглаживаются различия между царствами животных и растений.

Как уже отмечалось, существует около 300 гипотез относительно причин, ограничивающих сверху ВПЖ, однако ни одна из них напрямую не связывает величину ВПЖ с морфологическими особенностями организмов.

Согласно Одуму, для животного мира характерна общая тенденция к увеличению удельной интенсивности обмена с уменьшением линейных размеров организмов. В качестве гипотезы принимается, что закономерность справедлива и для растений. (Интенсивность обменных процессов у животных оценивается по скорости потребления кислорода, а у растений – по скорости его продуцирования. Причину закономерности связывают со спецификой диффузионных процессов. Зависимость метаболизма от размеров организма осложняется принадлежностью к регуляторам или конформистам.) В свою очередь, скорость обменных процессов связана обратной зависимостью с ВПЖ.

При описании энергетического обмена живых организмов со средой прибегают к упрощению, моделируя объект изучения либо в виде цилиндра (горизонтального для четвероногих животных и вертикального для стоящего человека), либо в виде шара (для птиц).

Объем круглого цилиндра определяется по формуле:

$$V = (\pi/4) \cdot d^2 \cdot h = (\pi/4) \cdot a^2 \cdot h^3 \approx 0,785 \cdot a^2 \cdot h^3 \quad (\text{формула 3})$$

где d – диаметр цилиндра, h – высота цилиндра, a = d/h – отношение диаметра к высоте.

С учетом того, что плотность живого вещества близка к 1г/см³, связь массы организма в граммах и его линейного размера в сантиметрах имеет вид:

$$M \approx 0,785 \cdot a^2 \cdot L^3 \quad (\text{цилиндр}) \quad (\text{формула 4})$$

$$M \approx 0,524 \cdot L^3 \quad (\text{шар}) \quad (\text{формула 5})$$

где L – длина организма в сантиметрах.

Оценим величину a , используя литературные данные. Для сурков, обитающих на различных склонах Альп, имеем: $(3\ 700\ \text{г}) = 0,785 \cdot a^2 \cdot (49\ \text{см})^3$. Откуда $a = d/h = 1:5 = 0,2$.

Для человека: $(80\ 000\ \text{г}) = 0,785 \cdot a^2 \cdot (175\ \text{см})^3$. Откуда $a = d/h = 1:7 = 0,14$.

Величина a , отражающая пропорциональность сложения организма животного, устанавливается на основе правила Аллена: в условиях холодного климата форма тела организмов становится все более изометричной, то есть значение коэффициента a возрастает.

Таким образом, линейный размер организма L определяет его массу M , скорость удельного – на единицу массы – обмена и, как следствие, видовую продолжительность жизни ВПЖ, а также общую численность особей данного вида на Земле. В свою очередь, ущерб от истребления организмов связан с численностью вида обратной зависимостью: чем меньше особей данного вида представлено на Земле, тем большая сумма должна взыскиваться за их истребления (рис. 3): $L \rightarrow a \rightarrow M \rightarrow \text{ВПЖ} \rightarrow \text{Ущерб}$.

Приложение к приказу Минприроды РФ от 04.05.1994, № 126 []

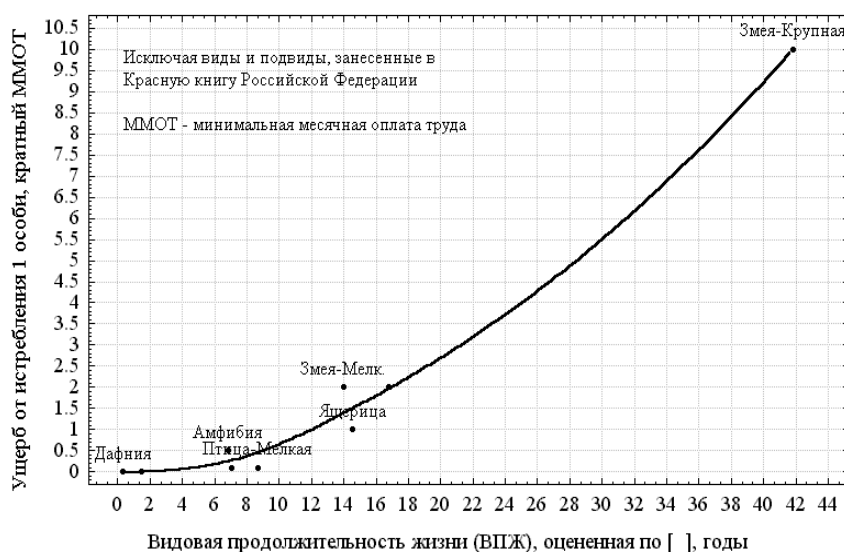


Рисунок 3 – Размер взыскания ущерба, вызванного истреблением одной особи, кратный минимальной месячной оплате труда в РФ

Понятно, что такая постановка вопроса имеет смысл в рамках экономики природопользования, но весьма некорректна с точки зрения экологии.

Некоторые характеристики организмов, приведенных на рис. 3, таковы¹.

Дафнии, или водяные блохи – род беспозвоночных, подотряд ветвистоусых ракообразных; представлено 26 видов. Длина организмов составляет 1-3 мм. Дафнии широко распространены, обитают в стоячих и медленно текущих пресных водоемах, служат кормом мелким рыбам и малькам и потому разводятся на рыбоводных заводах. Самая многочисленная группа животных на Земле – насекомые – класс беспозвоночных, тип членистоногих. К примеру, муравьев насчитывается около 7 тысяч видов. Длина рабочего муравья 0,8-30 мм.

Земноводные (амфибии) представляют класс позвоночных животных. Представителями класса являются аксолотль, огненная саламандра, гребенчатый тритон, жерлянка, квакша, серая жаба и зеленая лягушка. Из этого же класса и пресмыкающиеся (рептилии) – черепахи, крокодилы, ящерицы и змеи. Они обитают главным образом в странах с жарким и теплым климатом; большинство – на суше, некоторые – в морях.

Расчет ущерба, причиненного природной системе в результате истребления

¹ Советский энциклопедический словарь, 1980.

особей данного вида, вести по формулам (рис. 4):

$$r = \text{Lg}(\text{Ущерб}) = 2,274 \cdot \text{Lg}(\text{ВПЖ}_{\text{ср}}) - 8,384 \quad (\text{КК} = 0,947) \quad (\text{формула 6})$$

$$\text{Ущерб} = 10r \cdot \text{ММОТ}, \text{ руб/особь} \quad (\text{формула 7})$$

$$\text{Lg}(\text{Ущерб}) = 2,274 * \text{Lg}(\text{ВПЖ}_{\text{ср}}) - 8,384; \text{ КК} = 0,947$$

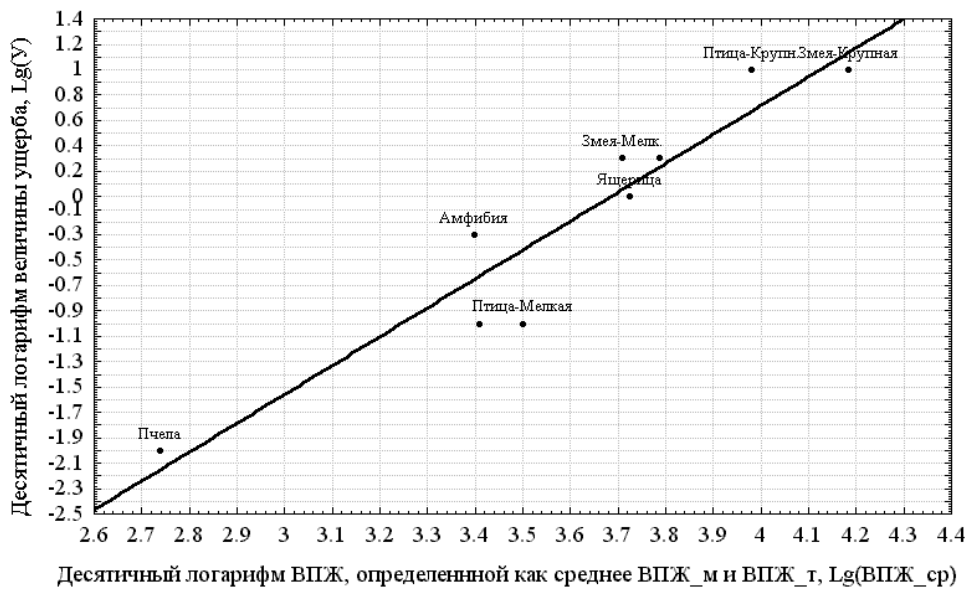


Рисунок 4 – Зависимость логарифма ущерба от логарифма ВПЖ

Задание для выполнения

1. Дать определения и ответить на вопросы:

- понятие биоэкологии;
- формулировка экологических правил Бергмана и Аллена;
- понятие популяции и основных групп свойств, характеризующих популяцию;
- смертность и идея генетической теории старения и гибели организмов;
- что изучает дисциплина – биология продолжительности жизни;
- как связаны линейные размеры организма с его массой, удельной скоростью обменных процессов и величиной продолжительности жизни;
- какая идея положена в основу методики определения ущерба, вызванного истреблением организмов;
- в чем некорректность такой постановки задачи с точки зрения теоретических достижений биоэкологии?

2. Перечертить в отчет и заполнить лишь необходимые строки таблицы 1 в соответствии с индивидуальным заданием, представленном в таблице 2.

Таблица 1 – сходные данные и результаты расчета экономического ущерба, связанного с истреблением видов организмов

Организм	Длин а L, см	Модель	а	Масса М, г	ВПЖМ , дни	ВПЖЛ, дни	ВПЖср , дни	У, руб
	2	3	4	5	6	7	8	9
Ракообразные: дафнии	0,2 см	цилиндр	1:3					
Насекомые: муравей	0,8 см	цилиндр	1:3,5					
пчела	1,5 см	цилиндр	1:4					
Амфибии: Рептилии: змеи	10 см	цилиндр	1:5,5					
небольшие	40 см	цилиндр	1:40					
крупные змеи	150 см	цилиндр	1:40					
ящерицы	25 см	цилиндр	1:6					
Птицы: крупные	25 см	шар	1:1					
хищные	15 см	шар	1:1					
средние	7 см	шар	1:1					
мелкие								
Млекопитающ ие: мелкие								
насекомоядные								
и рукокрылые	10 см	цилиндр	1:5					
крупные	50 см	цилиндр	1:5					
грызуны								
средние	80 см	цилиндр	1:7					
животные								
крупные	180 см	цилиндр	1:4					
животные								
Человек:	175 см	цилиндр	1:7					

Исходные данные для расчета приведены в колонках 2, 3 и 4 таблицы 1.

Колонку 5 заполнять по результатам расчета по формуле 4 или 5.

Колонку 6 заполнять по результатам расчета по формуле 2.

Колонку 7 заполнять по результатам расчета по формуле 1.

Колонку 8 заполнять так: $ВПЖср = (ВПЖМ + ВПЖЛ)/2$.

Колонку 9 заполнять по результатам расчета по формулам 6 и 7;

ММОТ = 100 руб.

Таблица 2 – Задание для расчета

	Организмы и группы организмов к расчету
Вариант № 1	Дафнии, муравей, пчела, млекопитающие крупные, человек
Вариант № 2	Амфибии, мелкие птицы, змеи крупные и небольшие, крупные грызуны
Вариант № 3	Ящерица, птицы крупные и средние, млекопитающие мелкие и средние

Литература для подготовки к занятию

1. Хван Т.А., Шинкина М.В. Экология. Основы рационального природопользования. - М.: Издательство Юрайт, 2012. - 320 с.
2. Бродский А.К. Общая экология: учебник для вузов / А.К. Бродский. – М.: Академия, 2006. – 253 с.
3. Шилов И.А. Экология: учебник для вузов / И.А. Шилов. – М.: Высшая школа, 2006. – 511 с.

Практическое занятие №8 **Оценка продуктивности растительного покрова** (2 ч, самостоятельная работа —1 ч)

Цель: Ознакомиться с компонентами влагооборота и характеристиками влажности воздуха, рассчитать годовые суммы испаряемости, испарения и величину продуктивности растительного покрова.

Теоретические основы

В экологии принято считать, что два фактора – температура и количество осадков – определяют размещение по земной поверхности основных растительных биомов¹ и сообществ животных, которые ориентируются именно на жизненные формы растений: травы, кустарники, древесные виды. В качестве ведущего фактора рассматривают особенности влагооборота. Температура, за исключением самых холодных регионов с вечной мерзлотой, играет вторичную роль. Например, при годовой сумме осадков порядка 750 мм обычно развиваются лесные сообщества, а температура будет обуславливать тип леса: тайга, смешанные или широколиственные леса. Распространение растительных видов по градиенту² влажности часто коррелирует с их распространением по градиенту доступности элементов минерального питания. Таким образом, ареал³ биологического сообщества соответствует географическому распределению подходящих условий физической среды.

Под влагооборотом понимают круговорот воды, состоящий из ряда последовательных физических процессов, происходящих над сушей и водной поверхностью: испарения, конденсации (образования облаков), выпадения осадков, переноса влаги и стока.

Наряду с радиационным режимом¹ и циркуляцией атмосферы, влагооборот является важнейшим климатообразующим фактором, с которым связан режим таких элементов климата, как осадки, испарение, облачность, туманы, влажность и континентальность климата. Влагооборот между сушей и морем возникает вследствие неравномерности их нагревания и наличия циркуляции воздушных масс. На влагооборот

¹ Биом – крупное региональное подразделение биосферы, характеризующееся основным типом растительности либо другими особенностями территории.

² Градиент – вектор, показывающий направление самого быстрого изменения данной скалярной величины.

³ Ареал – территория или акватория, в границах которой распространены изучаемые объекты или явления.

¹ Радиация солнечная – электромагнитное и корпускулярное излучения Солнца. Электромагнитное излучение охватывает диапазон длин волн от гамма-излучения до радиоволн. Его энергетический максимум приходится на видимую часть спектра. Корпускулярная составляющая представлена в основном протонами и электронами. Солнечная радиация является основным источником энергии, обеспечивающим функционирование природных систем.

вливают свойства подстилающей поверхности, которые заметно изменяются в ходе природопользования. Речь идет о сведении лесов, распашке земель, перепланировках рельефа, организации водохранилищ, сокращении числа малых рек.

Под внешним влагооборотом понимают обмен влагой между сушей и океанами. Внутренний влагооборот состоит из испарения и конденсации влаги в пределах рассматриваемой ограниченной территории. Внешняя влага (С), поступая на ограниченную территорию, частично выносится за её пределы, образуя атмосферный сток (с). Выпавшие на территории осадки (Р) частично испаряются (с различных типов подстилающей поверхности; E_i), частично поступают в поверхностный сток (W). Величины Р и E_i измеряются при массовых гидрометеорологических наблюдениях. Величины С и с оцениваются расчетным путем. Например, для бассейна реки Оки оценка компонентов внутреннего влагооборота такова: транзит – 26 %, испарение – 26 %, сток – 11 %, осадки – 37 %. Весь водяной пар, переносимый воздушными массами в течение года, принимается за 100 %.

В годовом ходе дней с осадками на Европейской территории страны отмечаются два максимума – зимой и летом и два минимума – весной и осенью. Главный максимум осадков в зоне полупустынь (35-45о) наблюдается в апреле-мае; в степях (45-55о) – в июне; в лесной зоне (55-60о) – в июле; дальше на север – в августе.

Современные модели влагооборота позволяют оценивать влияние особенностей ландшафта (рельеф, лесистость) на количество выпадающих осадков для целей регулирования влагооборота. Например, по данным Центральной высотной гидрометеорологической обсерватории, количество осадков за теплый период года возрастает на 0,2-0,3 % на каждые 10 % увеличения лесистости территории, а количество ливней возрастает на 1,3-1,7 %.

Значительная часть выпадающих осадков идет на формирование снежного покрова (табл. 1). Для Европейской территории страны (ЕТС) снежный покров является важным климатообразующим фактором, причем снег составляет 25-30 % годовой суммы осадков (бассейн Оки – 28 %, севернее – 30-35 %, южнее – 10-25 %).

Таблица 1 – Количество снега от суммы осадков данного месяца (в процентах)

Климатическая зона по отношению к линии СПб–Москва–устье р. Урал	Месяцы года										
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I+II
севернее	90	50	8	1	0	0	4	40	80	100	100
южнее	65	20	0	0	0	0	0	10	40	70	80

Компоненты влагооборота связывает между собой уравнение водно-климатического баланса, которое можно представить в следующем виде:

$$(W_p - W_o) + \sum (P_i - E_i) \cdot S_i = 0,$$

где W_p , W_o – соответственно объемы притока и оттока воды через границу исследуемой территории; S_i – площадь морфологически однородной части ландшафта; P_i , E_i – соответственно слой осадков и испарения для этой части ландшафта; $i = 1...n$ – число морфологически однородных частей ландшафта.

При избыточном увлажнении, то есть если $P > E$, наблюдается местный сток, который добавляется к транзитному стоку. Если же $P < E$, то существуют потери транзитного стока.

Содержание водяного пара в воздухе характеризует влажность воздуха и может оцениваться абсолютной и относительной влажностью, упругостью водяного пара и дефицитом влажности.

Упругостью водяного пара (e) называют парциальное давление водяного пара в атмосфере Земли. Величина e зависит от количества водяного пара в единице объема

воздуха. С высотой упругость водяного пара быстро убывает. Единицы измерения: 1 мбар = 102 н/м² = 1 гПа.

Абсолютной упругостью водяного пара, или упругостью насыщения, (Е) именуют упругость водяного пара, максимально возможную при данной температуре воздуха и атмосферном давлении. Величина Е увеличивается с увеличением температуры. По достижении упругости насыщения начинается конденсация водяного пара.

Абсолютная влажность (а) – количество водяного пара в граммах в одном кубическом метре воздуха. Единицы измерения: г/м³. Абсолютная влажность связана с упругостью водяного пара в мбар следующим соотношением, г/м³:

$$a = 0,81 \cdot e / (1 + \alpha \cdot t),$$

где t – температура воздуха в °С; $\alpha = 1/273$ – температурный коэффициент объемного расширения.

Относительная влажность воздуха (φ) – отношение упругости водяного пара, содержащегося в воздухе, к его абсолютной упругости при данных температуре и давлении, выраженное в процентах:

$$\phi = (e / E) \cdot 100 \%$$

Дефицит упругости водяного пара, дефицит влажности или недостаток насыщения (d) – разность между максимально возможной упругостью водяного пара в воздухе при данных температуре и давлении и реально наблюдаемой упругостью:

$$d = E - e.$$

В практике метеорологических наблюдений в первую очередь имеют дело с упругостью водяного пара, относительной влажностью воздуха и дефицитом влажности.

Под испарением (суммарным или валовым) понимают полное количество воды в миллиметрах, испарившееся с почвы, покрытой растительностью, в том числе и посредством транспирации¹ растительностью.

Испаряемость – максимально возможное испарение с определенной площади водной поверхности пресного водоема при существующих метеорологических условиях.

Величина испарения влаги с любой поверхности зависит главным образом от температуры воздуха, содержания водяных паров и степени влажности грунта (табл. 2, 3 и 4).

Таблица 2 – Годовые величины испарения, испаряемости и осадков (Р) для различных климатических зон (в миллиметрах)

Климатическая зона	Испарение	Испаряемость	Р ЛЕТО	Р ЗИМА	Р СУММА
Тундра	70-120	50-200	140	55	200-360
Тайга	200-300	150-500	200	95	200-600
Смешанные леса	250-430	400-800	270	100	600
Степи	240-550	600-1000	140	65	380
Полупустыни	180-200	900-1400	50	55	200-240
Пустыни	50-100	1000-2400	5-15	35	100
Субтропики	300-750	700-2000	560	670	2500

Таблица 3 – Распределение испарения по месяцам (в процентах)

Район ЕТС	Месяцы года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Северный	1	1	3	7	13	20	24	16	8	4	2	1

¹ Транспирация (от лат. *trans* – через и *spirare* – дышать) – испарение воды наземными органами растений, прежде всего листьями. Количество воды в граммах, расходуемое на образование 1 г сухого вещества, называют транспирационным коэффициентом.

Центральный	1	1	3	8	17	19	21	15	9	4	1	1
Западный	1	1	3	7	16	17	19	17	11	5	2	1
Юго-восточный	1	1	3	7	14	16	20	18	11	6	2	1

Таблица 4 – Распределение испаряемости по месяцам для водоемов с площадью зеркала менее 5 км² (в процентах)

Зона	Месяцы года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Центр и Север	0	0	0	3	16	22	21	19	12	6	1	0
Юг	0	0	0	6	14	20	21	19	12	6	2	0

Для расчета величины месячной суммы испаряемости применяют формулу:

$$E_0 = 0,0018 \cdot (t + 25)^2 \cdot (100 - \varphi),$$

где E_0 – средняя за месяц испаряемость в миллиметрах; t – средняя за месяц температура воздуха в °С; φ – средняя за месяц относительная влажность воздуха в процентах.

Отношение количества выпадающих на данной территории осадков (P) к испаряемости E_0 называют коэффициентом увлажнения. Коэффициент увлажнения (K) показывает, в какой мере выпадающие осадки возмещают испарение, возможное с открытой водной поверхности при данных климатических условиях. Коэффициент увлажнения служит индексом распознавания ландшафтно-климатических зон (табл. 5).

Таблица 5 – Среднегодовые величины K для различных географических зон

Географическая зона	$K = P / E_0$	Растительный покров
Избыточное увлажнение	1,5	Влажные леса тропиков и тайга
Достаточное	1,0	Широколиственные леса
Умеренное	0,99-0,60	Лесостепь
Недостаточное	0,59-0,30	Степь
Скучное	0,29-0,13	Полупустыня
Ничтожное	0,12-0,00	Пустыня

Согласно Рекомендациям по расчету испарения с поверхности суши, месячные суммы испарения для различных типов поверхности и растительного покрова определяются по следующим формулам.

Для холодного времени года с поверхности льда и снега:

$$E_{\text{снег}} = 0,37 \cdot n \cdot d.$$

Для лесных массивов:

$$E_{\text{лес}} = 0,94 \cdot E_0.$$

Для лугов и площадей под зерновыми культурами:

$$E_{\text{луг}} = 0,135 \cdot E_0 + (1 - \eta) \cdot P,$$

где E_0 – испаряемость, мм/мес; n – продолжительность периода, сутки; d – средний за месяц недостаток насыщения, гПа; η – коэффициент стока.

Коэффициентом стока η называется отношение высоты слоя стока h к количеству осадков, выпавших на территории, за один и тот же период. Коэффициент показывает, какая часть выпавших осадков стекает.

В настоящее время важнейшей научной задачей является прогноз последствий глобальных климатических изменений. Изменения климата достоверно регистрируются на всей земной поверхности и ведут к пространственной перестройке подсистем биосферы. Перестройка происходит в результате нарушения круговорота воды в системе

почва – растение – атмосфера, а также биологического круговорота элементов в пределах экосистем.

Изменение температурных характеристик приземного слоя атмосферы неизбежно сказывается на интенсивности круговорота воды в экосистеме, характеризуемой суммарным испарением, и, следовательно, на первичной биологической продуктивности¹ наземных биомов.

Одним из направлений научного поиска является установление связей между величинами суммарного испарения и годичной продукции растительных сообществ суши (рис. 5). Сопряженность этих характеристик обусловлена тем обстоятельством, что поток водяного пара, уходящий в процессе транспирации с поверхности листовой пластины, служит одним из основных каналов отведения низкокачественной энергии, возникающей в результате жизнедеятельности растения. Поглощение энергии высокого качества и отведение энергии низкого качества – главное условие существования природных систем. Цель поиска подобных закономерностей – прогноз экономических, экологических и социальных последствий ведения сельского и лесного хозяйства в современных условиях.

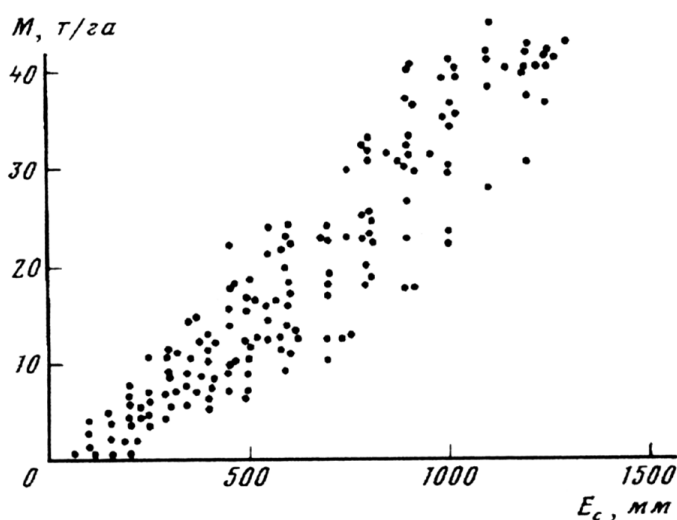


Рисунок 5 – Связь годовой продуктивности с годовой суммой испарения. Среднемноголетние данные для различных районов земного шара

Согласно литературным источникам, отмечается высокая степень корреляции годичной продукции фитоценозов и их годовой суммы испарения. Более высокой степенью корреляции характеризуются двухфакторные зависимости продукции от величин метеорологических элементов, например, осадков и радиационного баланса. Однако их получение затруднено сокращением объема доступной информации.

В экологии различают урожай на корню и продуктивность рассматриваемой экосистемы. По данным об урожае получают верные оценки чистой первичной продуктивности в том случае, если размеры организмов велики (лес) и органическое вещество некоторое время накапливается не расходуясь, то есть отсутствует прямое выедание. Под чистой первичной продуктивностью понимают скорость накопления органического вещества в растительных тканях за вычетом того органического вещества, которое расходовалось растениями за данный временной интервал на дыхание.

Для большинства географических зон продуктивность варьирует примерно на два порядка (табл. 6).

¹ Продуктивность первичная – скорость накопления суммарной биологической продукции на уровне продуцентов (растений).

Таблица 6 – Годовая суммарная первичная продуктивность экосистем
(в т/[Га·год])

Экосистемы	Продуктивность
Морские	
Открытый океан	2,2
Прибрежные воды	4,4
Коралловые рифы и лиманы	44
Наземные	
Пустыни и тундры	0,44
Луга и пастбища	5,5
Тайга	6,6
Сельскохозяйственные земли без энергетических субсидий	6,6
Лиственные леса умеренной зоны	17,6
Сельскохозяйственные земли при значительных субсидиях	26,4
Влажные леса тропиков и субтропиков	44
Биосфера в целом	4,4

В монографии Р. Риклефса “Основы общей экологии” (1979) приводятся следующие данные о первичной продуктивности фитоценозов:

зерновые, травы, картофель	леса умеренной зоны	степи умеренной зоны
2,5...5,0 т/(га·год)	6,0...25 т/(га·год)	1,5...15 т/(га·год)

Приведенные данные из различных источников хорошо согласуются между собой. Например, в диапазон продуктивности для лесов умеренной зоны от 6 до 25 т/(га·год) по Риклефсу укладываются величины продуктивности для тайги – 6,6 и лиственных лесов – 17,6 т/(га·год) по Одуму. Для перехода от величин продуктивности, выраженных в ккал/год, к величинам, выраженным в г/год, принят коэффициент 0,22, то есть 1 ккал = 0,22 г (по Риклефсу).

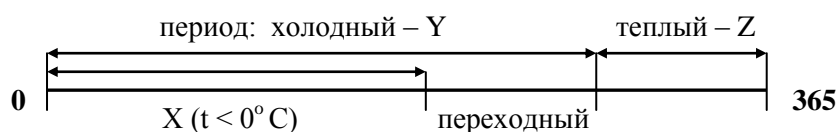
Задание для выполнения

1. Дать определения и ответить на вопросы:

- главные факторы, определяющие размещение биомов по земной поверхности;
- влагооборот: его виды, причины, компоненты;
- параметры, характеризующие влажность воздуха;
- испарение и испаряемость;
- коэффициент увлажнения и его применение;
- чистая первичная продукция экосистемы;
- для какой цели исследуют зависимость между продуктивностью экосистемы и суммой испарения.

2. Расчет коэффициента увлажнения.

Внимание: обозначим число дней с температурой воздуха меньше 0о через X, число дней с температурой воздуха меньше +8о через Y (X<Y), а оставшийся период года через Z:



Тогда $Y+Z = 365$. Период года Y условно назовем “холодным”. Этот период характеризуется температурой и относительная влажность воздуха t_X и ϕ_X . Период года

Z назовем “теплым”. Его характеристики – tT и ϕT (табл. 7). Период $(Y - X)$ назовем переходным. Для него характерна постоянная в течение месяца температура, чуть выше нуля градусов, и относительная влажность. В течение периода X будем говорить о величине испарения с поверхности льда вместо испаряемости с открытой водной поверхности.

2.1. Определить годовую сумму испаряемости по формуле, мм:

$$E_0 = E(o, X) + ((Y - X) / 30,4) \cdot E(o, \Pi) + 0,57 \cdot (Z / 30,4) \cdot E(o, T),$$

где $30,4 = 365 / 12$ – средняя продолжительность месяца, сут; $0,57$ – коэффициент перехода от экстремальных значений к средним; $Z / 30,4$ – продолжительность периода в месяцах (дробное число). Расчет вести до сотых!

2.2. Испаряемость при $t \leq 0$ °C считать по формуле, мм:

$$E(o, X) = 0,37 \cdot X \cdot dX,$$

где dX – недостаток насыщения, рассчитываемый по формуле Магнуса.

Согласно формуле Магнуса, величина абсолютной упругости водяного пара для интервала температур воздуха – $40^\circ \leq t \leq 60^\circ$ C рассчитывается так:

$$E = 6,11 \cdot 10^{\mathfrak{R}}, \text{ мбар},$$

где $\mathfrak{R} = (a \cdot t) / (b + t)$ – показатель степени; t – температура воздуха, оC; a и b – константы. При $t \leq 0$ $a = 9,5$; $b = 265,5$. При $t > 0$ $a = 7,5$; $b = 237,3$.

Величина d определяется так: $dX = E - e = E \cdot (1 - \phi X)$, где ϕX – в долях единицы.

2.3. Месячную сумму испаряемости, характеризующую переходный период, рассчитывать по формуле, мм/мес:

$$E(o, \Pi) = 1,41 \cdot (100 - \phi X),$$

где ϕX – в процентах.

2.4. Месячную сумму испаряемости, характеризующую теплый период, рассчитывать по формуле, мм/мес:

$$E(o, T) = 0,0018 \cdot (tT + 25)^2 \cdot (100 - \phi T).$$

2.5. Определить среднегодовую величину коэффициента увлажнения $K = P\Sigma / E_0$. Согласно данным табл. 5, установить тип увлажнения, характер изменения транзитного стока, то есть наличие потерь либо возможности пополнения местного стока, а также тип растительного покрова. Вывод сформулировать в письменном виде!

3. Расчет годовой суммы испарения с единицы площади территории.

3.1. Годовая сумма испарения определяется по формуле, мм:

$$E = EX + ((Y - X) / 30,4) \cdot E\Pi + 0,57 \cdot (Z / 30,4) \cdot ET.$$

3.2. Принять величину испарения за холодный период равной $E(o, X)$ (см. пункт 3.2).

3.3. Величину испарения для переходного периода считать по формуле:

$$E\Pi = 0,135 \cdot E(o, \Pi) + (1 - \eta) \cdot P\Pi,$$

где $E(o, \Pi)$ – месячная сумма испаряемости, мм/мес; $\eta = h\Sigma / P\Sigma$ – коэффициент стока, доли единицы (см. табл. 7); $P\Pi = [P\Sigma - PЖ] / [Y / 30,4]$ – месячная сумма осадков за переходный период, мм/мес (см. табл. 7).

3.3. Месячные суммы испарения для теплого периода года считать по формулам:

$$\text{растительный покров “лес”}: E = 0,94 \cdot E(o, T),$$

$$\text{растительный покров “луг”}: E = 0,135 \cdot E(o, T) + (1 - \eta) \cdot PТ,$$

где $E(o, T)$ – месячная величина испаряемости, мм/мес; dT – величина недостатка насыщения, гПа; $\eta = h\Sigma / P\Sigma$ – коэффициент стока, доли единицы;

$$PТ = PЖ / [(365 - Y) / 30,4] \text{ – месячная сумма осадков, мм/мес.}$$

Тогда усредненная по отношению к типу растительного покрова месячная сумма испарения рассчитывается так:

$$ET = x \cdot EЛЕС + (1 - x) \cdot EЛУГ,$$

где x – весовой коэффициент, принятый согласно таблице 7; доли единицы.

4. Рассчитать величину годичной наземной продукции растительного покрова по формуле, т/(га·год):

$$M = 0,964 \cdot \exp(0,0075 \cdot E + 3,544) - 34,62,$$

E – годовая сумма испарения в сантиметрах (см. пункт 3.1).

Сравнить результаты расчета с данными табл. 6. Сформулировать вывод в письменном виде!

Все исходные данные для проведения расчета приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Численные данные для расчета биопродуктивности (СНиП 23-01-99)

Варианты	Период года				Продолжительность периодов		Осадки РΣ, мм/год	Осадки РЖ, мм/год	Сток hΣ, мм/год	Лесистость территории, %
	Холодный		теплый							
	tX	φX	tT, оС	φT, %	Y, сут	X, сут				
1	-1,6	79	18,0	59	205	137	759	660	165	35
2	-4,4	79	18,1	57	217	154	691	532	197	44
3	-4,8	78	14,4	61	228	162	706	537	264	71
4	-3,4	77	19,9	47	199	141	696	612	79	16
5	-4,7	78	18,1	56	218	158	675	540	224	56
6	-4,4	78	17,4	56	217	160	744	603	221	43
7	-3,5	78	17,6	59	214	150	738	598	163	34
8	-4,5	78	17,6	61	224	160	720	598	248	62
9	-3,0	80	19,3	53	198	137	764	642	75	23
10	-3,9	78	20,2	51	199	147	630	497	108	19
11	-3,6	77	18,0	54	213	151	704	528	192	11
12	-3,3	80	18,8	52	207	145	674	532	113	22
13	-4,2	78	18,8	54	212	154	614	491	165	26
14	-3,8	76	18,4	54	207	149	678	542	127	18
15	-4,5	76	17,2	58	222	158	712	542	250	45

Литература для подготовки к занятию

1. Хван Т.А., Шинкина М.В. Экология. Основы рационального природопользования. - М.: Издательство Юрайт, 2012. - 320 с.

2. Бродский А.К. Общая экология: учебник для вузов / А.К. Бродский. – М.: Академия, 2006. – 253 с.

3. Шилов И.А. Экология: учебник для вузов / И.А. Шилов. – М.: Высшая школа, 2006. – 511 с.

Практическое занятие №9

Оценка пахотных земель с точки зрения потенциальной опасности водной эрозии (2 ч, самостоятельная работа —2 ч)

Цель:

– ознакомиться с естественными и антропогенными факторами, влияющими на состояние земельных ресурсов;

– рассмотреть закономерности формирования гумусного состояния почв;

– ознакомиться с процессами, сопровождающими региональное землепользование и снижающими почвенное плодородие;

– оценить потенциальную опасность водной эрозии пахотных земель и подобрать противоэрозионные мероприятия.

Теоретические основы

Под земельными ресурсами понимают совокупность земельных массивов, используемых или доступных для использования человеком в качестве средства производства и источника удовлетворения разнообразных хозяйственных потребностей общества. Они признаются одним из главных видов природных ресурсов. Выделяют три основных вида землепользования: леса, пашни и постоянные пастбища. В начале 90-х годов XX столетия пастбища и пашни вместе взятые занимали около 38 % земельного фонда планеты¹, а прочие земли, представляющие собой резервные участки, – около 30 %.

В течение последних десятилетий площадь пашни менялась незначительно, оставаясь на уровне 1,5 млрд га. В связи с продолжающимся ростом численности населения планеты это вело к сокращению запасов земли в расчете на человека. При современном состоянии сельского хозяйства для обеспечения приемлемого уровня жизни на одного человека должно приходиться¹ 0,5 га, а приходится – 0,23 га. По мнению директора Института почвоведения МГУ – РАН академика Г.В. Добровольского, помимо уменьшения запасов, наблюдается и качественная деградация земельных ресурсов. Озабоченность также вызывает нарастание скорости потерь продуктивных земель. Антропогенная деградация почв обусловлена водной (55,6 %) и ветровой (27,9 %) эрозией, избыточным увлажнением и уплотнением (4,3 %), потерей органических веществ, засолением, повышением кислотности и щелочности, истощением запасов минеральных веществ, которыми питаются растения, угнетением почвообитающих организмов вследствие химического и радиоактивного загрязнения (12,2 %)². И это при том, что за последние 10 тысяч лет человечество уже утратило 2 млрд га плодородных земель.

По мнению Г.В. Добровольского, с учетом всех экологических ограничений общая площадь пахотных земель не может превышать 2,7 млрд га. Тогда глобальный резерв земель составляет всего 1,2 млрд га, причем речь идет о лесных угодьях, находящихся главным образом в странах тропического пояса. В целом качество резервного фонда существенно хуже используемого, поскольку речь идет о кислых красноцветных и выщелоченных ферралитных почвах и солонцах саванн.

Таким образом, дальнейшее развитие сельскохозяйственного производства связывают не с распашкой новых земель, а с повышением плодородия уже используемых участков, с соблюдением принципов экологически обоснованного землепользования.

Значение почв не ограничивается их сельскохозяйственной ценностью. В науках о Земле почву рассматривают не только как особое естественно-историческое тело, обладающее плодородием, но и как многофункциональную природную систему, обеспечивающую циклический характер воспроизводства жизни на суше, важнейший фактор устойчивого развития биосферы. Экологические функции почвы подразделяют на экосистемные и биосферные.

К важнейшим биосферным функциям причисляют связующую роль почвы в процессах биологического и геологического круговоротов вещества, а также участие в создании глобальной биологической продукции. Действительно, несмотря на значительно меньшую, по сравнению с океаном, площадь суши, почва обеспечивает почти вдвое большую первичную продуктивность наземных экосистем, а биомасса суши составляет 99,8 % всей биомассы Земли.

В РФ обеспеченность земельными ресурсами значительно превышает среднемировой уровень, однако состояние почвенного покрова признается совершенно неудовлетворительным, а в ряде районов – критическим. Около 60 млн га

¹ Без учета Антарктиды земельный фонд планеты составляет 131 млн км².

¹ В Азии этот показатель составляет 0,15 га/чел.

² В 90-х годах глобальное поступление загрязняющих веществ на почвы превзошло уровень 20-х годов более чем в 8 раз, и, начиная с 70-х годов, превышает 24 млрд т.

сельскохозяйственных земель подвержены эрозии, 40 млн га засолены, 26 млн га переувлажнены и заболочены, 73 млн га являются кислыми, 12 млн га засорены камнями, 7 млн га – кустарниками и мелкоколесьем, 5 млн га загрязнены радионуклидами. В южных областях прогрессирует опустынивание. В большинстве зернопроизводящих регионов распаханной территории превышает экологически допустимые пределы, что снижает способность систем к саморегуляции и ведет к падению продуктивности. Потери гумуса на обрабатываемых участках составляют 0,64 т/(га·год)¹. Резерва сельскохозяйственных земель практически нет.

С 1993 года деградация почв рассматривается руководством страны как одна из угроз национальной безопасности. За 90-е годы из производственного оборота вышло более 29 млн га, что составляет 25 % всех посевных площадей и соответствует площади поднятой в СССР целины. Неиспользуемые земли за-растают сорной растительности и служат очагами распространения вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. За годы реформ существенно снизились и темпы химизации почв. В 1990 году на 1 га пашни вносились 88 кг минеральных удобрений (а обработке подвергались 66 % площадей), а в 1999 году – в пределах 15 кг (24 %). Применение органических удобрений упало с 3,5 до 0,9 т/га. При этом в почве нарушилось оптимальное соотношение биогенных элементов: увеличилась доля азота и сократилась доля фосфора. На начало 1997 года поступление N, P, K в почву составляло 21,5 кг/га, а их вынос – 118,5 кг/га. При этом Россия занимает третье после Канады и США место в мире по экспорту минеральных удобрений (12 %). Снижение применения удобрений и средств защиты растений способствует развитию эрозионных процессов, дальнейшей деградации почв и снижению урожаев, а отсутствие мероприятий по борьбе с вредителями и болезнями растений, по существу, эквивалентно применению компонентов биологического оружия. Так, снижение химизации привело к резкому распространению в посевах простейших грибов, выделения которых не только фитотоксичны, но и канцерогенны и генотоксичны для человека.

По мнению экспертов Института географии РАН, особых надежд на экологическое возрождение страны в ближайшие 5-10 лет нет. Наиболее вероятен следующий ход событий. Будет продолжаться политика, характеризующаяся метаниями в поисках прагматичных решений разового пользования, не сопровождающаяся экологической перестройкой производства и даже не позволяющая резервировать накопления для такой перестройки. В ближайшем будущем это лишь усугубит российские проблемы. Поэтому исследования, нацеленные на прогноз результатов природопользования в пределах высокоосвоенной территории России, еще долго не потеряют своей актуальности.

Центральная часть европейской территории страны представлена несколькими типами ландшафтов. Восточноевропейские широколиственнолесные ландшафты характеризуются умеренно теплым климатом и соотношением тепла и влаги, близким к оптимальному. В настоящее время до 80 % площади широколиственнолесных ландшафтов распаханно, что привело к их сближению со степными ландшафтами по характеру многих природных процессов, например, эрозионных. Восточноевропейские суббореальные лесостепные ландшафты по термическому режиму относятся к типично континентальным. Коэффициент увлажнения здесь повсеместно ниже 1,0, что ведет к постепенному исчезновению лесов и преобладанию луговостепной растительности, а также смене серых лесных почв черноземами.

В настоящее время ландшафты лесостепи практически полностью лишены растительного покрова, что заметно сказывается на водном балансе территории и

¹ Что соответствует эрозионным потерям почв на уровне 8,5 т/(га·год) при содержании гумуса 7,5 %.

активности эрозионных процессов. По наблюдениям на Курском стационаре Института географии РАН, весной с уплотненной пашни стекает до 60 % и более талых вод и выпадающих осадков, с зяби – около 30 %, с некосимой целинной степи – всего 17 %, а с дубового леса – 0 %. Величина смыва почвы составляет: на пахотных угодьях – 80-90 кг/га, на целине – 1,6 кг/га, в лесу – 0. На крутых распаханых склонах потери мелкозема могут достигать десятков тонн с гектара. Эрозии почв при отсутствии растительного покрова способствуют интенсивное таяние снега, ливневые осадки, широкое распространение легкоразмываемых грунтов (лессовидных суглинков) и значительные уклоны.

Коэффициентом увлажнения (по Н.Н. Иванову) K называют отношение количества выпадающих на данной территории осадков P к испаряемости E_0 . Это отношение показывает, в какой мере выпадающие осадки возмещают испарение, возможное с открытой водной поверхностью при данных климатических условиях. Коэффициент увлажнения служит одним из индексов распознавания ландшафтно-климатических зон. Количество осадков определяет запасы активной влаги в геосистеме, а испаряемость характеризует потребность во влаге для эффективного функционирования геосистемы при имеющихся запасах тепла. Величина K , близкая к единице, соответствует оптимальному соотношению тепла и влаги – выпадающие осадки полностью испаряются – и обеспечивает наибольшую биопродуктивность. Поэтому максимумы биологической продуктивности и запасов биомассы приходятся на границу широколиственных лесов и лесостепи, а также на границу экваториальной зоны.

К северу от лесостепи наблюдается рост избыточного увлажнения ($K > 1$) при недостатке тепла. В результате возрастает сток и заболачивание, а биологическая продуктивность падает. Между лесостепью и экваториальной зоной расположен обширный пояс недостаточного увлажнения ($K < 1$) при избытке тепла. Здесь уменьшаются биопродуктивность, интенсивность стока и почвообразования, развивается засоление.

Термический режим территории определяет и особенности формирования органической составляющей почв. Так, Д.С. Орлов отмечает, что направление процесса гумификации обусловлено отбором наиболее устойчивых в почвенной биотермодинамической обстановке органических веществ и их соединений с минеральными компонентами почвенной массы. Глубина гумификации, то есть степень переработки растительных остатков в гуминовые вещества, зависит от скорости и длительности процесса гумификации. В свою очередь, скорость разложения органики обусловлена почвенно-химическими и климатическими характеристиками, стимулирующими или тормозящими деятельность микроорганизмов. В гумусных горизонтах почв умеренного климатического пояса глубина гумификации с высокой надежностью коррелирует с продолжительностью периода биологической активности почв и может быть спрогнозирована по величине ПБА. При равной величине ПБА доминирующим фактором формирования гумуса становится химический или минералогический состав почвенной массы. Рассмотренные закономерности известны как общие правила гумусообразования.

Период биологической активности почв – это отрезок времени, в течение которого сохраняются благоприятные условия для нормальной вегетации растений и активной микробиологической деятельности, а также высокая скорость биогеохимических процессов. По сути – это период года, в течение которого температура воздуха устойчиво превышает 10 °С, а запасы продуктивной влаги в почве составляют не менее 2 %. ПБА считается более удобной мерой напряженности процесса гумификации по сравнению с парой – коэффициент увлажнения и температура почвы (табл. 1).

Таблица 1 – Зависимость содержания гумуса в почвенном горизонте А₁ от ПБА

Почвы	ПБА, дни	Гумус, %
Тундровые	50	1,7
Глее- и болотно-подзолистые	70	1,9
Подзолистые, подзолы	92	0,4
Дерново-подзолистые	110	1,7
Серые лесные	130	3,1
Черноземы:		
выщелоченные	144	4,2
типичные	154	4,9
обыкновенные	170	4,2
южные	170	2,7
Каштановые	140	1,5
Бурые полупустынные	90	0,7
Серо-бурые	73	0,3

Ни один из отдельно взятых климатических показателей (температура, влажность, коэффициент увлажнения, гидрофакторы), как и их сочетания, не дают столь ясной и однозначной положительной корреляционной связи с гумусным состоянием почвы, как ПБА. Однако любой из перечисленных показателей обнаруживает положительную или отрицательную корреляцию с глубиной гумификации в пределах южной (черноземы – сероземы) или северной (черноземы – подзолы) ветвей зонально-генетического ряда почв. Но только ПБА охватывает всю совокупность почв.

В почвах северной ветви ряда ограничивающим гумификацию фактором является главным образом длительность вегетационного периода, а в почвах южной ветви – недостаток влаги.

Понятно, что общие закономерности гумусообразования существенно сложнее изложенных в этих методических указаниях.

Наличие в составе почвенной массы гумуса обеспечивает водопрочность почвенных агрегатов и реализацию других физических и химических свойств почвы. Поэтому содержание гумуса считается важным фактором, контролирующим скорость эрозии почв и грунтов.

В науках о Земле совокупность процессов сноса и удаления мелкозема с последующей его аккумуляцией на поверхностях, угол наклона которых меньше угла естественного откоса¹, объединяют понятием денудация (от лат. *denudare* – обнажать). Главной движущей силой процессов считают силу тяжести. Она проявляет себя непосредственно, а также через движение различных сред. Различают денудацию плоскостную, при которой снос не сосредоточен на каких-либо локальных участках, и линейную. Денудация любого вида осуществляется агентами денудации. Главными агентами наземной денудации признают работу проточных вод (эрозия), ветра (дефляция²), живых организмов, а в последнее тысячелетие – и человека.

¹ Угол естественного откоса – максимальный угол наклона склона, сложенного рыхлыми породами, при котором они еще находятся в равновесии, то есть не осыпаются и не оползают. Величина угла зависит от состава и строения пород, степени их обводненности, а для глинистых пород – и высоты откоса.

² Дефляция (от лат. *deflatio* – выдувание) – разрушительная деятельность ветра, выражающаяся в развевании и выдувании рыхлого (песчаного и алевролитового) материала. Площадная дефляция обеспечивает снижение уровня поверхности до 3 см в год. Локализованная дефляция может быть приурочена к дорогам, солончакам и другим географическим объектам. Дефляция наиболее эффективна в пустынях, но может происходить в любых широтах. В так называемых аккумулятивных пустынях рельеф

Термином эрозия (от лат. erosio – размывание) обозначают процессы разрушения горных пород и грунтов водными потоками, что ведет к образованию различных генетических типов³ отложений, формированию разветвленной сети стока, изменению параметров рек как динамических систем, общему снижению уровня поверхности водосборных бассейнов. В зарубежной литературе термины «эрозия» и «денудация» считаются синонимами, а в отечественной литературе многие авторы их различают.

Исходные данные, на основании которых была получена модель эрозионных потерь обрабатываемых почв европейской территории страны, приведены в табл. 2, а сама модель в графическом виде – на рис. 6.

По данным табл. 2 с помощью программного пакета “Statistica 6.0” определены коэффициенты регрессионной модели вида:

$$A = Lg (\Sigma \text{осадков}); B = Lg (T \leq 0o); R = Lg (\text{Эрозионные потери});$$

$$R = X1 \cdot A + X2 \cdot B + Y1 \cdot A \cdot B + X3 \cdot A^2 + X4 \cdot B^2 + Y2 \cdot A^2 \cdot B^2 + X5 \cdot A^3 + X6 \cdot B^3 +$$

$$+ Y3 \cdot A^3 \cdot B^3 + X7 \cdot A^4 + X8 \cdot B^4 + Y4 \cdot A^4 \cdot B^1 + Z \text{ (КК} = 0,995) \text{ (формула 1)}$$

Таблица 2 – Исходные данные для построения модели эрозионных потерь почв ЕТР

№	Регион ЕТР, столица	«Почвы СССР» (1979)			СНиП 23-01-99	
		Инд экс	Тип почв	С Орг. В., %	Тер, оС	Σ осадков IV-XI, мм
1	2	3	4	5	6	7
1	Архангельск	B1	Глееподзолистые	3,5	0,8	402
		B2	Подзолистые			
2	Астрахань	И1	Св.-каштановые и	1,9	9,5	126
		И1	бурые			
3	Калмыкия	Ж3	Темно-каштановые	2,5	8,9	229
		B1	и каштановые			
		Ж2	Глееподзолистые			
4	Сыктывкар*	B3	О обыкновенн. и юж.	3,0	0,4	404
5	Краснодар	B4	черноземы			
		A2	Дерново-подзол.	5,8	11,1	393
6	Москва	B1	Серые лесные			
		B3	Тундровые	7,3	4,1	443
7	Мурманск	Ж2	Глееподзолистые	4,8	0,2	322
8	Псков	Ж2	Дерново-подзол.	8,0		
9	Ростов-на-Дону	Ж1	Оподзол., выщ. и	5,8	8,9	336
10	Самара	Ж3	типич. черноземы			
11	Волгоград	И1	Глееподзолистые	7,2		307
12	Ставрополь	Ж2	Серые лесные	2,5	4,2	212
13	Петрозаводск**	Ж3		4,5		
14	Тула	B1		3,0	9,1	589

своим существованием наполовину обязан дефляции; с этим же процессом связывают и формирование материала лёссов. Для разрушительной работы ветра существует и более широкое понятие – эоловая денудация, которое, помимо дефляции, включает коррозию пород ветроструйным песчаным потоком.

³ Генетический тип – совокупность отложений, образовавшихся в результате работы определенных геологических агентов. Согласно представлениям академика А.П. Павлова, генетический тип – понятие более широкое, чем фация, и объединяет несколько комплексов осадочных образований, в целом родственных друг другу по общим законам строения и истории формирования. Характер отложений определяется сочетанием процессов выветривания, денудации и осадконакопления.

		В4 Ж1		7,5	2,3 4,7	411
* Республика Коми. ** Карелия. Тср – среднегодовая температура воздуха.						

Численные значения коэффициентов модели (1) приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Значения коэффициентов регрессионного уравнения

№	Коэффициент	Значение	Коэффициент	Значение
1	X1	4626,972	X8	53,190
2	X2	- 1734,686		
3	X3	- 2981,763	Y1	102,980
4	X4	1260,279	Y2	- 17,180
5	X5	848,750	Y3	0,817
6	X6	- 418,996	Y4	0,926
7	X7	- 91,679	Z	- 1941,789

Эрозионные потери обрабатываемых почв европейской территории страны определяются по формуле: $ЭП = 10R$, т/(га·год)

В графическом виде двухпараметрическая зависимость представлена на рис. 1.

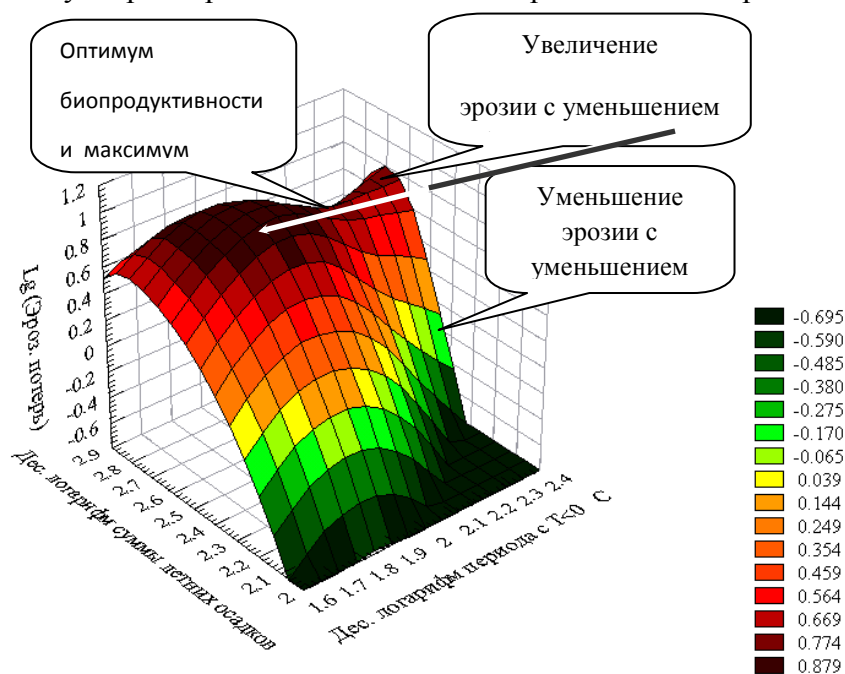


Рисунок 1 – Поле логарифма эрозионных потерь почв в пределах ЕТР

Палетка, позволяющая оценить эрозионные потери, представлена на рис. 2.

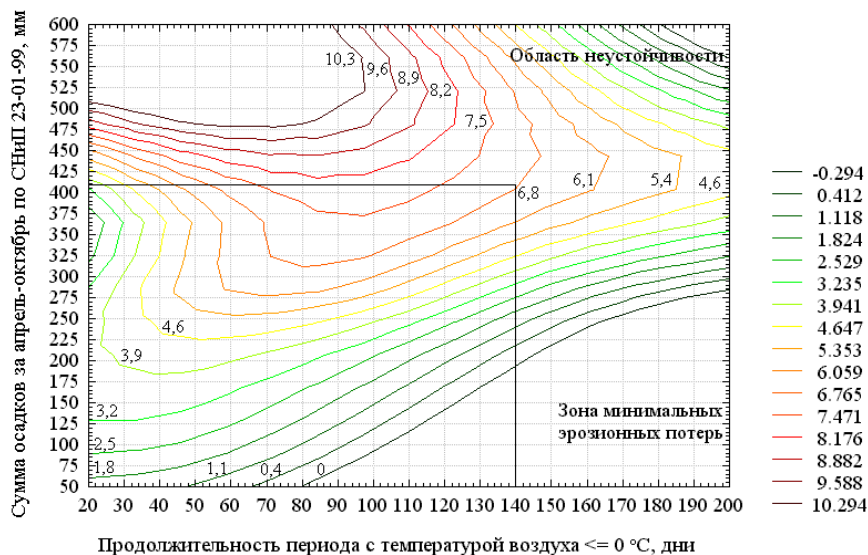


Рисунок 2 – Оценка эрозионных потерь с использованием P_{Σ} на примере Тульской области

Статистически достоверная связь между продолжительностью периода отрицательных температур ($T \leq 0$) и среднегодовой температурой воздуха (T_{cp}) выражается зависимостью вида, дни:

$$T \leq 0 = 165,874 \cdot \lg(-1,669 \cdot T_{cp} + 22,628) - 47,714$$

В графическом виде эта зависимость представлена на рис. 3.

$$P = 165,874 * \lg(-1,669 * t + 22,628) - 47,714; \quad KK = 0,98$$

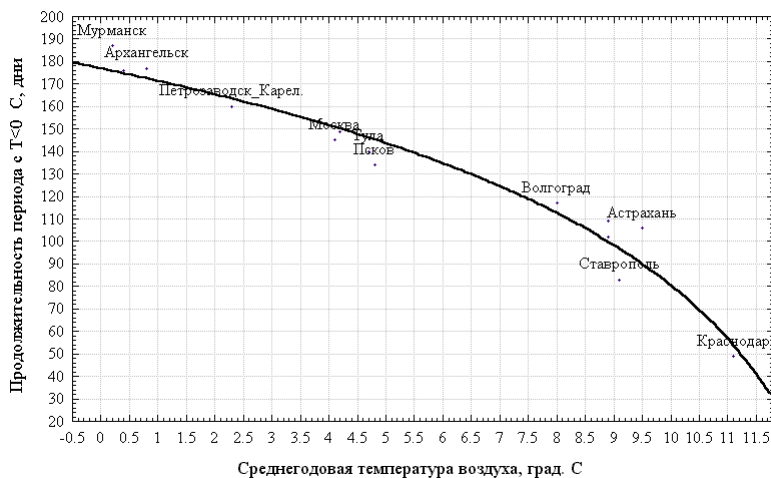


Рисунок 3 – Зависимость продолжительности периода отрицательных температур от величины среднегодовой температуры воздуха

Метод определения потенциальной опасности эрозии под воздействием дождей изложен в ГОСТ 17.4.4.03 – 86. Метод основан на определении факторов атмосферных осадков, рельефа, устойчивости почв к эрозии и применяемых агротехнических мероприятий, влияющих на общие эрозионные потери.

Согласно ГОСТ 17.4.4.03 – 86, годовые эрозионные потери почв А определяются по формуле, т/(га·год):

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P,$$

где R – фактор эродирующей способности дождей; K – фактор податливости почв эрозии, т/(га·год); L – фактор длины склона; S – фактор крутизны склона; C – фактор растительности и севооборота; P – фактор эффективности противозерозионных мероприятий.

Перечисленные факторы являются среднегодовой характеристикой отражаемого ими явления. В том случае, если численное значение фактора не установлено и/или вклад фактора не учитывается, ему присваивается значение 1. Расчет численных значений факторов требует привлечения обширной информационной базы и результатов экспериментальных исследований.

К примеру, для определения фактора К в различных почвенных условиях используют результаты прямых измерений количества смытой почвы на стандартных стоковых площадках на черном паре. В этих условиях $L = S = C = P = 1$, а численное значение К прямо пропорционально количеству смытой со стоковой площадки почвы. Черный пар – поле севооборота¹, не занимаемое посевами в течение всего года или большей его части и содержащееся в рыхлом и чистом от сорняков состоянии. Пар – средство повышения плодородия почвы и накопления в ней влаги.

Фактор растительности и севооборота С представляет собой отношение эрозионных потерь почвы при соответствующих культурах или севооборотах, обработанных поперек склона, к потерям почвы на черном паре, обрабатываемом вдоль склона (рис. 4): $C|культура = A_{\perp} / A_{\parallel}$.

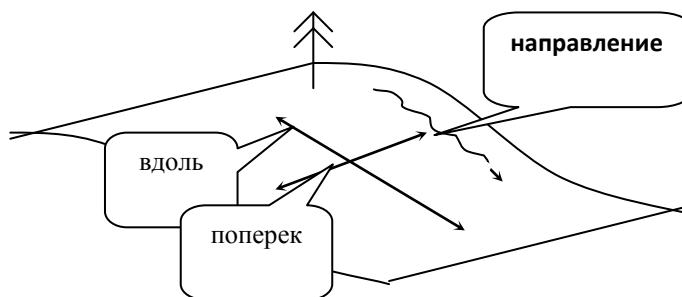


Рисунок 4 – Направления обработки земель на склоне

Фактор эффективности противоэрозионных мероприятий Р вычисляют по отношению среднегодовых эрозионных потерь почвы при проведении отдельных агротехнических мероприятий (формирование поверхности, пахота, сев) к почвенным потерям при обработке участка вдоль склона (табл. 4).

Таблица 4 – Значения фактора Р для различных мероприятий (ГОСТ 17.4.4.03 – 86)

Вид противоэрозионного мероприятия	Значения Р
Обработка и посев поперек склона при крутизне склона от 1,0 до 12 %	0,57
Стокозадерживающие борозды в междурядьях при полосном возделывании пропашных культур (за исключением табака) и многолетних насаждений	0,06
Стокоотводящие борозды в междурядьях пропашных культур и через определенное расстояние для площадей с культурами сплошного полосного сева	0,35
Мульчирование полосных посевов стерневыми остатками ржи Травяные буферные полосы шириной 2,5 м в многолетних насаждениях:	0,07
в каждом междурядье (поперек склона)	0,04
через одно междурядье (поперек склона)	0,03
через одно междурядье в сочетании со стокозадерживающими бороздами	0,02
Обрабатываемые валы-террасы (поперек склона) вместе с эффектом обработки и посева по горизонталям склона при крутизне склона от 2,0 до 12 %	0,11

¹ Севооборот – рациональное чередование сельскохозяйственных культур на конкретном поле с целью получения устойчивых урожаев без деградации почвы.

После установления численных значений факторов рассчитывают потенциальную опасность водной эрозии для каждой конкретной хозяйственной площади. Вычисленные значения сравнивают с допустимыми нормами эрозионной опасности для соответствующего типа почв. В случае, если расчетная величина превышает нормативную, для данного земельного участка опасность водной эрозии существенная, и следует подобрать противоэрозионные мероприятия.

Допустимая норма эрозии почвы – это максимальное количество смытой с 1 га почвы, которое не превышает темпы почвообразовательного процесса. При установлении норм эрозии учитывают мощность почвенного профиля, среднегодовые эрозионные потери почв в естественных условиях, интенсивность современного почвообразовательного процесса и технологические особенности проведения противоэрозионных мероприятий.

В зависимости от интенсивности эрозионных процессов обрабатываемые почвы делят на 5 классов (табл. 5).

Таблица 5 – Классы опасности потенциальной водной эрозии почв (ГОСТ 17.4.4.03 – 86)

Класс	Интенсивность водно-эрозионного процесса, т/(га·год)
I	До 0,49
II	От 0,5 до 0,99
III	От 1 до 4,99
IV	От 5,0 до 9,99
V	От 10,0 до 50 и более

Результаты оценки пахотных земель с точки зрения опасности водной эрозии наносят на картографическую основу и выделяют классы потенциальной опасности. Участки разных классов окрашивают в различные цвета.

Задание для выполнения

1. Записать название и цель занятия.
2. Письменно дать определения и ответить на вопросы:
 - что называют почвой и земельными ресурсами;
 - какими факторами определяется состояние земельных ресурсов;
 - в чем состоит опасность снижения темпов химизации сельскохозяйственных земель;
 - что характеризует величина коэффициента увлажнения в плане биопродуктивности ландшафтов;
 - какова связь между климатическими особенностями территории и гумусным состоянием почв;
 - что называют периодом биологической активности почв;
 - какой компонент почвенной массы обеспечивает противодействие почв эрозии и почему;
 - что называют водной эрозией и каковы её результаты.
3. Оценить потенциальную опасность водной эрозии пахотных земель ЕТР.
 - 3.1. В соответствии с исходными данными вашего варианта, приведенными в табл. 6, по формуле 3 рассчитать продолжительность периода отрицательных температур $T \leq 0$, дни. Результат расчета округлить до целых и взять от него десятичный логарифм.
 - 3.2. Сумму осадков за апрель – ноябрь принять в соответствии с таблицей 6 и взять от величины суммы десятичный логарифм.
 - 3.3. Подставить значения логарифмов в формулу 1 и рассчитать показатель степени R.
 - 3.4. Определить эрозионные потери почв в т/(га·год) по формуле 2.

3.5. Сравнивая результат пункта 3.4 с данными табл. 5, определить класс опасности водной эрозии почвы.

3.6. Принять в качестве фоновой величины водной эрозии смыв почвы на Курском стационаре Института географии РАН (пахотные угодья¹):

0,25 т/(га·год).

Определить, во сколько раз интенсивность водной эрозии на исследуемом участке превышает фоновую величину.

3.7. В соответствии с данными табл. 4, подобрать противоэрозионное мероприятие, снижающее интенсивность водной эрозии почвы до фоновой величины.

3.8. Письменно сделать заключение о возможности снижения негативных последствий природопользования на изучаемой территории.

Таблица 6 – Исходные данные для проведения расчета

№ варианта	Столица региона ЕТР	СНиП 23-01-99	
		T _{ср} , оС	Σ осадков IV-XI, мм
1	Архангельск	0,8	402
2	Астрахань	9,5	126
3	Элиста (Калмыкия)	8,9	229
4	Сыктывкар (Республика Коми)	0,4	404
5	Краснодар	11,1	393
6	Москва	4,1	443
7	Мурманск	0,2	322
8	Псков	4,8	424
9	Ростов-на-Дону	8,9	336
10	Самара	4,2	307
11	Волгоград	8,0	212
12	Ставрополь	9,1	457
13	Петрозаводск (Карелия)	2,3	589
14	Тула	4,7	411

Практическое занятие №10

Разнообразие жизненных форм растений в основных сообществах

(2 ч, самостоятельная работа — 2 ч)

Цель: проанализировать особенности жизненных форм лесного, лугового и болотного сообществ.

Порядок выполнения работы:

1. Охарактеризовать жизненные формы растений на геоботанических площадках (тип корневой системы, жизненная форма по Раункиеру, жизненная форма по Серебрякову).

Геоботаническое описание лугового фитоценоза

Злаково-разнотравный суходольный луг, опушка березового леса

Рельеф – водораздельная поверхность, слабокочковатая

Почва – перепаханные глеево-дерново-подзолистые луговые

Ярусность не выражена

Общее проективное покрытие 95%

¹ 80 кг/га × три сезона (весна, лето, осень).

№	Название вида	Покры тие (%)
1.	Бодяк полевой	5
2.	Валериана лекарственная	1
3.	Василек луговой	15
4.	Звездчатка злаковая	10
5.	Зверобой пятнистый	5
6.	Клевер гибридный	10
7.	Клевер луговой	5
8.	Клевер ползучий	10
9.	Колокольчик раскидистый	2
10.	Кульбаба осенняя	1
11.	Лютик едкий	3
12.	Лютик золотистый	1
13.	Лютик ползучий	2
14.	Мятлик луговой	15
15.	Нивяник обыкновенный	5
16.	Одуванчик лекарственный	15
17.	Осока бледноватая	10
18.	Осока заячья	2
19.	Пижма обыкновенная	5
20.	Подорожник большой	3
21.	Подорожник ланцетный	5
22.	Полевица тонкая	2
23.	Ситник нитевидный	5
24.	Тимофеевка луговая	30
25.	Тысячелистник обыкновенный	2
26.	Черноголовка обыкновенная	5
27.	Ясколка дернистая	3

Геоботаническое описание болотного фитоценоза

Вахтово-осоковое низинное болото

Рельеф – замкнутое понижение на водоразделе (бывший деревенский пруд), слабокочковатая поверхность

Почва – болотно-глеевая

Ярусность не выражена

Общее проективное покрытие 100%

№	Название вида	Покры тие (%)
1.	Вахта трехлистная	50
2.	Осока пузырчатая	50
3.	Хвощ речной	10
4.	Подмаренник болотный	5
5.	Калужница болотная	5
6.	Вербейник обыкновенный	3

Геоботаническое описание лесного фитоценоза

Ельник разнотравно-кисличный

Рельеф – пологий склон водораздела, слабокочковатая поверхность, выражена завалеженность

Почва – лесная подзолистая

Ярусность – хорошо выражена - древесный и травяно-кустарничковый ярус

Общее проективное покрытие 100%, сомкнутость крон 0,8

Древостой 3Е+2Б+2О+Ед.Р

Ель, береза повислая, ольха серая, рябина обыкновенная

Подрост: Ель европейская, рябина, ольха серая;

Кустарники (покрытие яруса 7%): малина 5%, крушина ломкая 1%, жимолость лесная 1%

Травяно-кустарничковый ярус – общее проективное покрытие 90%

№	Название вида	Покрытие (%)
1.	Кислица обыкновенная	45
2.	Крапива двудомная	5
3.	Чистотел большой	5
4.	Земляника лесная	5
5.	Щитовник Картузиуса	5
6.	Звездчатка дубравная	25
7.	Адокса мускусная	5
8.	Фиалка Ривиниуса	1
9.	Живучка ползучая	2
10.	Гравилат городской	5
11.	Кочедыжник женский	5
12.	Ожика волосистая	1
13.	Мицелис стенной	1
14.	Вороний глаз четырехлиственный	1
15.	Костяника	1

Моховой покров выражен слабо, покрытие не более 10%

2. Определить, сколько видов относятся к каждой из жизненных форм
3. Изобразить основные спектры жизненных форм каждого из сообществ.
4. Сформулировать основные отличия спектров жизненных форм различных сообществ, обосновать преобладание одних жизненных форм над другими.

Практическое занятие №11

Индикация экологических условий местообитаний по растительности

(2 ч, самостоятельная работа —2 ч)

Цель: научиться пользоваться экологическими шкалами Элленберга при определении экологических особенностей местообитаний.

Порядок выполнения работы:

1. Для каждого вида лугового, лесного и болотного сообщества выписать значения экологических факторов по шкалам Элленберга (см. работу №10).
2. Рассчитать среднее арифметическое по каждому из факторов для каждого участка и дать оценку полученных результатов.
3. Выразить покрытие каждого встреченного вида в баллах (1 – меньше 1%, 2 – от 1 до 5%, 3 – 5-25%, 4 – 25-50%, 5 – более 50%). Для расчета значения фактора L сообщества:

$$L = \frac{L1 * S1 + L2 * S2 + \dots + Ln * Sn}{S1 + S2 + \dots + Sn},$$

где Sn – покрытие в баллах для n-го вида;

Ln – значение экологического фактора для n-го вида.

4. Сделать выводы, сравнив результаты, полученные при учете только встречаемости вида и при учете встречаемости и покрытия вида.

Шкалы Элленберга:

http://weblocal.rudn.ru/weblocal/prep/rj/files.php?f=pf_4e5125b90cd80264737c96e2d4511d3e

Условные обозначения:

http://weblocal.rudn.ru/weblocal/prep/rj/files.php?f=pf_6ad444d3cd82908284572628a86b729c

Практическое занятие №12

Сохранение биоразнообразия

(2 ч, самостоятельная работа —1 ч)

Форма проведения - семинар.

Цель: Ознакомление с основными проблемами сохранения биоразнообразия.

Рассматриваемые вопросы:

1. Видовой и биохорологический (экосистемный) уровни охраны биоразнообразия.
2. Концепция экологического каркаса территории.
3. Принципы создания и ведения Красных книг.
4. Редкие виды растений и животных. Роль охраняемых природных территорий в их сохранении.
5. Сохранение редких видов в искусственных условиях.
6. Стратегии восстановления и сохранения биоразнообразия.
7. Всемирная стратегия охраны природы и национальные стратегии.
8. Международные организации и сотрудничество стран в решении проблем сохранения биоразнообразия. Конвенция ООН по сохранению биоразнообразия.
9. Международный и национальный эколого-правовой режим охраны биоразнообразия.
10. Проблемы рационального использования биологических ресурсов при сохранении биоразнообразия.
11. Национальная стратегия сохранения биоразнообразия в России.

Литература для подготовки к занятию

1. Бродский А.К. Общая экология: учебник для вузов / А.К. Бродский. – М.: Академия, 2006. – 253 с.
2. Шилов И.А. Экология: учебник для вузов / И.А. Шилов. – М.: Высшая школа, 2006. – 511 с.

ЗАДАНИЯ И ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Наименование работы	Всего часов	Форма контроля
1. Проработка лекционного материала	6	Опрос, тест
2. Подготовка к практическим занятиям	12	Опрос, конспект
3. Теоретическая подготовка по темам, отведенным на самостоятельную работу	10	Контрольный опрос, тест
4. Написание реферата	8	Выступление на семинаре
Всего самостоятельной работы	36 часов	

ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

Тема 1. Мониторинг животного мира и его элемента (4 час.)

Вопросы для самоконтроля:

1. Концепция мониторинга. Цели и задачи мониторинга. Направление мониторинга.
2. Методы и основные результаты ведения мониторинга животных.
3. Мониторинг млекопитающих (грызуны, копытные, хищники и др.).
4. Мониторинг водных беспозвоночных.
5. Мониторинг орнитофауны (глухарь, водоплавающие и др.).
6. Методы выбора пунктов и ведения наблюдений по видовому разнообразию и продуктивности отдельных видов.
7. Методика выбора биотопов и биоценозов и ведения наблюдений за представителями различных систематических групп млекопитающих.
8. Кадастр животного мира.
9. Кадастр охотничьих видов фауны.

Литература:

1. Бродский А.К. Общая экология: учебник для вузов / А.К. Бродский. – М.: Академия, 2006. – 253 с.
2. Шилов И.А. Экология: учебник для вузов / И.А. Шилов. – М.: Высшая школа, 2006. – 511 с.

Тема 2. Сохранение редких видов (2 час.)

Вопросы для самоконтроля:

1. Красная книга.
2. Особо охраняемые природные территории (ООПТ), и их развитие.
3. Критерии выделения ООПТ.
4. Исчезающие, сокращающиеся, редкие и требующие повышенного внимания виды.
5. Распределение редких и исчезающих видов по систематическим группам.
6. Особо охраняемые природные территории России и отдельных регионов.
7. Трансграничные ООПТ.

Литература:

1. Бродский А.К. Общая экология: учебник для вузов / А.К. Бродский. – М.: Академия, 2006. – 253 с.
2. Шилов И.А. Экология: учебник для вузов / И.А. Шилов. – М.: Высшая школа, 2006. – 511 с.

Тема 3. Агрессивные чужеродные виды (АЧВ) (4 час.)

Вопросы для самоконтроля:

1. Характеристика АЧВ. Особенности проникновения и распространения.
2. Значение АЧВ в естественных ненарушенных экосистемах.
3. Чужеродные виды растений водной среды. Пути их миграции и взаимоотношения с аборигенными видами. Роль в водных экосистемах.
4. Чужеродные виды растений суши, их происхождение, пути миграции и влияние на структуру биоценозов.
5. Чужеродные виды животных водной среды, их происхождение, пути миграции и роль в экосистемах.
6. Чужеродные виды животных суши, их происхождение, пути миграции и роль в

экосистемах.

7. Мероприятия по предотвращению вреда от инвазии.
8. Агрессивные инвазивные виды флоры и фауны на территории России.

Литература:

1. Бродский А.К. Общая экология: учебник для вузов / А.К. Бродский. – М.: Академия, 2006. – 253 с.
2. Шилов И.А. Экология: учебник для вузов / И.А. Шилов. – М.: Высшая школа, 2006. – 511 с.

ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Охраняемые природные территории в системе мониторинга биологического разнообразия (на примере Российской Федерации).
2. Теория островной биогеографии и проблемы сохранения биоразнообразия.
3. Биологическое разнообразие и глобальные изменения среды.
4. Козволюция человека и синантропных видов.
5. Экосистема как конкретная среда биологического разнообразия.
6. Глобальные изменения климата Земли и биоразнообразия.
7. Современная глобальная классификация охраняемых территорий.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ

1. Вид:
 - а) это система, состоящая из множества однородных живых организмов (элементов системы)
 - б) основная структурная единица биологической систематики живых организмов (животных, растений и микроорганизмов)
 - в) макросистема, состоящая из особей
2. Впервые международная «Красная книга» была издана в:
 - а) 1920 г.; б) 1966 г.; в) 1866 г.; г) 1950 г.
3. Охраняемые территории, где не разрешена хозяйственная деятельность, но допускается организованный отдых, лов рыбы по лицензии и пеший туризм, называют:
 - а) заповедниками; б) заказниками; в) национальными парками; г) памятниками природы.
4. К животным, численность которых удалось восстановить, относятся:
 - а) лось, зубр; б) волк, лисица; в) бобр, кабан; г) белый и бурый медведи.
5. Разведение представителей видов под контролем человека осуществляют:
 - а) в ботанических садах; б) в зоопарках; в) на фермах; г) в питомниках.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Феномен биоразнообразия, богатство видов и факторы его формирования. Понятие биоразнообразия и его трактовка.
2. Современные представления о биологическом разнообразии.
3. Современные направления исследований по оценке, сохранению биологического разнообразия и практические действия международного сообщества.
4. Международные программы изучения биоразнообразия, национальные стратегии.
5. Национальная стратегия России и план действий по сохранению биоразнообразия.
6. Концепция системного подхода к изучению организации живого.
7. Уровни биологических систем: вид- популяция- экосистема- биом.

8. Представление о взаимосвязанности и взаимодействии живых систем разных уровней.
9. Основные положения общей теории систем и их приложение к изучению биоразнообразия (работы Л. Бергаланфи, принцип Ле-Шателье).
10. Генетическое разнообразие.
11. Вид как универсальная единица учета биоразнообразия.
12. Видовое разнообразие.
13. Экосистемное разнообразие.
14. Работы Р. Уиттекера по оценке биоразнообразия.
15. α -разнообразие.
16. β -разнообразие.
17. γ -разнообразие.
18. Факторы формирования биоразнообразия.
19. Природные факторы формирования биоразнообразия: абиотические и биотические.
20. Исторические факторы формирования биоразнообразия.
21. Антропогенные факторы воздействия на процессы формирования и поддержания биоразнообразия.
22. Пути происхождения вида.
23. Биоразнообразие и устойчивость экосистем.
24. Основные законы, принципы и правила биоразнообразия.
25. Количественная оценка биоразнообразия.
26. Индикаторные и ключевые виды при изучении и оценке биоразнообразия.
27. Основные индексы и показатели биоразнообразия, применяемые в современных исследованиях.
28. Экономическая оценка биоразнообразия.
29. Утрата и восстановление видов.
30. Концепция минимальной жизнеспособной популяции.
31. Красная книга как мера по сохранению биоразнообразия.
32. Способы защиты биоразнообразия.
33. Влияние биологического загрязнения среды на биоразнообразие.
34. Доместикация и биоразнообразие.
35. ООПТ как форма охраны природы.

РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА

Бальная раскладка отдельных элементов контроля по видам занятий

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	4	4	4	12
Тестовый контроль	5	8	8	13
Опрос на практических занятиях, дом. задание	16	18	21	51
Компонент своевременности	4	4	4	12
Итого максимум за период:	29	34	37	100
Нарастающим итогом	29	63	100	100

Методика формирования пятибалльных оценок в контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
□ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Методика формирования итоговой оценки по дисциплине

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	E (посредственно)
	60 - 64	
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)