

**И.М. Яшин, И.С. Прохоров, Е.Б. Таллер**

# **Экология и охрана почв**

**Рабочая тетрадь**



**Москва 2016**

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА  
(ФГОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

---

Факультет почвоведения, агрохимии и экологии  
Кафедра экологии

**И.М. Яшин, И.С. Прохоров, Е.Б. Таллер**

## **Экология и охрана почв**

### **Рабочая тетрадь**

для бакалавров, обучающихся по направлению  
«Экология и природопользование», профиль - «Экология»

(под редакцией профессора И.М. Яшина)

Студент(ка) ..... курса.....группы

---

Преподаватель \_\_\_\_\_

**РГАУ-МСХА  
Москва 2016**

УДК 504.54: 631.42  
ББК 40.35:85-118-7  
Б33

**Яшин И.М., Прохоров И.С., Е.Б. Таллер. Экология и охрана почв: рабочая тетрадь.**  
Учебное пособие. М.: РГАУ-МСХА. 2016. - 62 с.

В рабочей тетради представлены сведения об экологии и охране почв. Структура и содержание рабочей тетради соответствует учебной программе 3-го поколения по дисциплине «Экология и охрана почв» БЗ.В.ДВ.1.1. Рассматриваются основные положения экологии: пищевые (трофические цепи), компоненты экосистемы, консорции, синузии и экотоны. Обсуждаются вопросы, связанные с воздействием продуктов антропогенеза на компоненты ландшафтов - почвы, атмосферный воздух, биоту и природные воды. Кратко характеризуется контроль за использованием природных ресурсов и внедрением природоохранных и ресурсосберегающих технологий. Акцентируется внимание бакалавров на *применении экологических методов картографирования при оценке* антропогенеза, выявлении экологических рисков и антропогенных нагрузок на почвы, воды и атмосферу. Обсуждаются определение и расчет миграционных параметров экотоксикантов (и их нормирование), уточнение их трансформации на барьерах миграции, а также включение в биогенный и абиотический потоки миграции. Эти положения рассматриваются *на примере конкретных практических и лабораторных работ* по одному из административных районов Московской области. Каждый раздел рабочей тетради сопровождается вопросами для самоконтроля. Завершают рабочую тетрадь библиография и глоссарий.

Подчеркивается, бакалавры должны хорошо владеть методами *экологического контроля, уметь провести самостоятельно почвенно-экологическое картирование* и выявить в экосистемах и ландшафтах экологические риски и лимитирующие экологические факторы. Уметь прогнозировать развитие экологической ситуации и оценивать масштабы миграции некоторых экотоксикантов в почвах и экосистемах.

Для бакалавров экологических специальностей, а также для аспирантов, преподавателей, научных сотрудников, работников природоохранных учреждений.

Перепечатка и любое использование материалов данного учебного пособия проводится только с согласия научного редактора.

**На обложке:** студенты кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева во время выездной учебной практики в учхозе «Муммовское» Саратовской области по дисциплине «Экология и охрана почв» исследуют экологическое состояние черноземов и эрозию почв в ландшафтах долины реки Большой Колышлей; начало эрозии здесь связано с рубкой деревьев и кустарников, а также с перевыпасом скота – **нижний снимок** – причем «чистые пары» без растительности в жаркое лето способствуют восходящей миграции водорастворимых солей в верхние горизонты почв, а черноземы активно деградируют в черноземы солонцеватые, затем в солонцы черноземные (фото Яшина И.М., 2013).

**Рецензент** – д.б.н, профессор В.Г. Мамонтов.

ISBN

© Яшин И.М., Прохоров И.С., Е.Б. Таллер, 2016

© Яшин И.М., ред., 2016

© РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<b>Глава 1. Основы общей экологии; экосистемы и биогеоценозы</b> .....	8
1.1. Компоненты наземной экосистемы.....	8
1.2. Трофические (пищевые) цепи, экологические пирамиды, экотоны, консорции, синузии.....	9
<b>Глава 2. Методология изучения экосистем и ландшафтов</b> .....	22
2.1. Полевые методы изучения экосистем (аграрных, нативных)	
2.2. Практическая работа 1 .....	24
2.3. Лабораторные методы оценки качества и загрязнения экосистем (хроматография сложных природных веществ).....	29
2.3.1. Лабораторно-практическая работа 1.....	29
Задания и вопросы для повторения.....	32
2.3.2. Лабораторно-практическая работа 2.....	34
Задания и вопросы для повторения.....	37
<b>Глава 3. Санитарно-гигиеническое нормирование загрязнителей</b>	
3.1. Методические основы нормирования.....	39
Задания и вопросы для повторения .....	40
<b>Глава 4. Биогеохимическая оценка, нормирование загрязнителей в агроландшафтах и охрана почв</b> .....	43
4.1. Задания и вопросы для повторения.....	43
<b>Глава 5. Практическая работа 2 (оценка экологического состояния почв агроландшафтов на примере района Подмосковья)</b> .....	47
5.1. Порядок выполнения практической работы 2.....	47
5.2. Ход выполнения практической работы 2 .....	48
<b>Литература</b> .....	53
<b>Темы курсовых работ</b> .....	54
<b>Словарь терминов (глоссарий)</b> .....	57

## ВВЕДЕНИЕ

Рабочую тетрадь по дисциплине «Экология и охрана почв» БЗ.В.ДВ.1.1 разработали и подготовили к изданию профессор кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева И.М. Яшин и доценты - И.С. Прохоров и Е.Б. Таллер. Учебное пособие предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению «Экология и природопользование», профиль «Экология» в соответствии с учебной программой 3-го поколения курса «Экология и охрана почв». *Принципиально новым при изучении курса «Экология и охрана почв» является биогеохимическая оценка при изучении поведения ряда экотоксикантов в экосистемах. А также более полная оценка экологических рисков – «плужной подошвы» почв, вторичного засоления черноземов, деградации гумусовых веществ черноземов и других почвенно-экологических процессов.*

Известно, что экология с давних пор привлекает внимание специалистов. Еще Александр Гумбольдт в своих лекциях («Kosmos Vorlesungen», 1827), прочитанных в Королевском университете в Берлине, отмечал значение и особенности экологии в жизни людей. Основоположник научного почвоведения В.В. Докучаев исследовал почвы с экологических позиций: почвы являются незаменимым компонентом и продуктом конкретных ландшафтов. Он первый предложил изучать почву как производную от пяти факторов почвообразования – климата, растительности (биоты), рельефа, почвообразующих пород и возраста ландшафта. Будучи профессиональным геологом, В.В. Докучаев прозорливо представлял значение рельефа, горных пород и ландшафта в формировании и развитии (эволюции) почв. В этой связи выглядит вполне логично, что именно В.В. Докучаев первый обосновал закон географической зональности почв на Земле. Эти представления он изложил в работе «К учению о зонах природы» (1899), где он, в частности, отметил, что «...агрономия должна быть зональной».

Напомним, термин экология происходит от греческого oikos – дом + logos – учение (наука); это биологическая дисциплина, освещающая организацию и функционирование экосистем различных уровней: *популяций, сообществ, биогеоценозов, урочищ, ландшафтов и биосферы. В настоящее время экологию рассматривают* и как науку о взаимосвязях биоты как с абиотическими компонентами ландшафта, так и между собой (группами организмов) – *аутэкология*. Современная экология большое внимание уделяет оценке взаимодействия человеческой популяции (и продуктов техногенеза) с компонентами биосферы; это одно из главных направлений. Поэтому уместно напомнить работы В.И. Вернадского (1922-1924) о *ноосфере (новом состоянии биосферы – сфере разума)*, озвученные им на лекциях в Сорбонском университете, в Париже, в период краткой эмиграции. Там была создана *экологическая парадигма в естествознании*. Учение о

биосфере В.И. Вернадского, еще не получившее полного обоснования у современников (геологов), развивается в тесном контакте с биогеохимией.

Экология подразделяется на *общую*, о которой выше уже было кратко сказано и *частную экологию*, специализирующуюся на изучении отдельных групп биоты и компонентов ландшафтов: *экология почв, экология растений, экология почвенных животных, экология микроорганизмов, экология птиц, экология человека, экология бактерий, экология аграрных экосистем, медицинская экология, морская экология, а также геоэкология, военная экология, промышленная экология, экология озер* и другие.

*Основной объект исследований в общей экологии – экосистема, а в частной – компоненты экосистемы.* Например, экосистемы Земли подразделяются на наземные и водные. Последние могут быть морскими и пресноводными. Среди пресноводных исследуются озера, реки, водохранилища, пруды. Особое место в экологии отводится изучению искусственно созданных ландшафтов – аграрных экосистем. Специалисты здесь применяют химические средства защиты растений, органические и минеральные удобрения, а также химические мелиоранты. Поэтому вновь созданные агроэкосистемы *испытывают масштабную химическую и эрозионную нагрузку.* Химически активные вещества и элементы включаются в трофические цепи, загрязняя корма, продукты питания и природные воды. Появилась необходимость в диагностике *загрязнителей* (сведения об их составе, свойствах и формах миграции); *их экологическом нормировании*, а не только санитарно-гигиеническом, а также и сертификации продуктов питания, кормов, что, очевидно, произойдет не скоро. Актуальной стало проведение *экологической экспертизы* объектов сельскохозяйственного производства. *Значимой стала и охрана почв, внедрение природоохранных технологий.*

Решение важной и актуальной проблемы, связанной с *экологическим нормированием ксенобиотиков*, определяется целым рядом факторов.

*Во-первых*, необходима оценка *источников загрязнения* (их масштаб выпадений, химический состав и свойства, а также распределение по элементам ландшафта).

*Во-вторых*, следует знать *химические свойства целого ряда экотоксикантов – ионов тяжелых металлов, радионуклидов, полиароматических углеводородов, диоксинов, микотоксинов, нитратов и нитрозаминов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), углеводородов в составе нефти и т.д., а также их пороговые концентрации, методы диагностики и поведение в различных биогеоценозах.*

*В-третьих*, важно определить *современное экологическое состояние компонентов агроландшафтов* и на этой основе разрабатывать и совершенствовать существующие экологические нормативы оценки загрязнения экосистем, и внедрение новых технологий.

*В-четвертых*, поскольку здоровье человеческой популяции тесно связано с особенностями (и биогеохимическим качеством) ландшафтов, экологическое нормирование распространяется и на *адаптационные возможности людей* в

условиях интенсивного промышленного антропогенеза. При этом проводится также оценка *устойчивости и биоразнообразия экосистем*. При решении данной задачи некорректно акцентировать внимание только на людях, следует учитывать функционирование групп биоты в реальном ландшафте.

Существующая парадигма *«контроль» ксенобиотиков* обеспечивается системой показателей: их предельно допустимая концентрация (ПДК), предельно допустимый выброс (ПДВ), остаточно-допустимая концентрация (ОДК) и ряд других. *Важно отметить, что такой подход не учитывает региональные особенности ландшафтов*. Последнее можно установить с помощью парадигмы *«предупреждение»*, основанной на оценке биогеохимических потоков загрязнителей. Нормативы здесь иные, *не статичные*, а вытекающие из специфики функционирования биоты (и популяции человека) в определенных нативных и антропогенно-модифицированных ландшафтах, например агроэкосистемах.

В Рабочей тетради по дисциплине «Экология и охрана почв» студенты самостоятельно выполняют практические работы и задания преподавателя, решают тематические и ситуационные задачи, организуются «круглые столы». В конце семестра Рабочая тетрадь должна быть аккуратно и *правильно оформлена, подписана преподавателем. Сокращения в тексте не допускаются*. На экзамен или зачет студенты приходят с Рабочей тетрадью.

Отметим, что электронный вариант Рабочей тетради, находится на сайте кафедры экологии: [www.ecology.timacad.ru](http://www.ecology.timacad.ru). *Здесь можно найти много другой полезной информации*. По дисциплине «Экология и охрана почв» у бакалавров *есть курсовая работа*. Она является важным этапом в учебном процессе подготовки будущих экологов.

В настоящей Рабочей тетради указаны темы курсовых работ. Бакалавры могут выбрать любую из них и начать подготовку курсовой работы.

В отдельном авторском учебно-методическом пособии представлены Методические указания по курсовой работе: «Экология и охрана почв». Ее бакалаврам нужно внимательно изучить.

Рабочая тетрадь аккуратно и правильно заполняется студентами на семинарах и в условиях домашней подготовки к занятиям. Основные разделы учебного пособия проверяются преподавателями, а студенты аттестуются соответствующим количеством баллов. Рабочая тетрадь поможет студентам на практических занятиях глубже осмыслить теоретический учебный материал и выработать навыки экологического мышления.

Замечания и пожелания присылайте по адресу:  
[ivan.yashin2012@gmail.com](mailto:ivan.yashin2012@gmail.com) профессору Яшину И.М.

## Глава 1. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ (экосистемы и биогеоценозы)

**Тема:** ознакомление бакалавров с компонентами экосистем.

**Цель:** научить студентов оценивать состояние, структуру и динамику различных экосистем; помочь характеризовать компоненты экосистем (почвы, биоту, поверхностные воды) во взаимодействии и взаимовлиянии.

**Задачи:** выработать навыки «чтения» *топографической карты* и ее использования *при ландшафтном и экологическом картографировании почв и ландшафтов. Определение на картах участков с экологическими рисками.*

Объяснить, *почему экосистемы не картируются*, а компоненты ландшафтов можно картографировать?

### 1.1. Компоненты наземных экосистем

При исследовании природных экосистем необходимо знать *основные компоненты* ландшафтов (почвы, растительность, породы и природные воды, атмосферный воздух), в частности, их состояние, структуру, динамику, принципы организации и функционирование в различных природных зонах Земли.

Важно уметь характеризовать также *консорции, сукцессии биоты, дигрессии ландшафтов и экотоны*. Для экологов особенно актуально *правильно использовать картографические материалы – топографические карты, фотопланы с горизонталями, аэрофотоснимки*. С их помощью проводится маршрутное крупномасштабное картографирование ландшафтов и выделение контуров фаций, урочищ, а также почв, растительности, испытавших химическое воздействие.

*Необходимо знать особенности взаимодействия химических продуктов антропогенеза с компонентами ландшафтов*. При оценке ксенобиотиков следует учитывать изменение биоразнообразия и продуктивности экосистем, экологическую безопасность, приоритет качества жизни популяции людей и устойчивого развития биосферы.

*Антропогенное воздействие на агроэкосистемы нормируется с помощью различных показателей. Наиболее обоснованными являются биогеохимические параметры оценки химического загрязнения почв и агроландшафтов*. Изучаются также и экологические риски.

Указанные теоретические и научно-практические задачи являются основными при изучении курса «Экология и охрана почв». Они помогают сформировать экологическое мировоззрение студентов. При этом особое внимание обращается на *рациональное использование природных ресурсов*, их картографирование, учет, эколого-экономическую оценку и **охрану почв** на примере ландшафтов Подмосковья.

## 1.2. Трофические (пищевые) цепи, экологические пирамиды, экотоны, консорции, синузии, сукцессии

Экосистема - это природно-территориальный комплекс (ПТК), образованный группами живых организмов со средой их обитания (атмосферой, почвами, природными водами...), находящийся в динамичном, неравновесном состоянии. В ПТК *живые и косные* (по В.И. Вернадскому) компоненты экосистемы неразрывно взаимосвязаны между собой путем обмена веществами и энергией. Здесь ведущую роль играют фотосинтез высших растений, дыхание биоты, гумусообразование и жизнедеятельность микроорганизмов (И.М. Яшин, Л.Л. Шишов, В.А. Раскатов: Почвенно-экологические исследования в ландшафтах. 2000).

Понятие «экосистема» применяется к природным объектам различной сложности и размеров: это может быть необъятный океан или небольшой пруд, ландшафт темнохвойной тайги или участок постоянно шелестящей осиновой рощи, разнотравный луг на плакоре увала. Термин «экосистема» предложил Эрнст Геккель (1866), а обосновал английский эколог А. Тенсли (1930); нередко термины «экосистема» и «биогеоценоз» специалисты употребляют как синонимы, но это не так. Нужно помнить, что природные экосистемы не картографируются (пока нет их таксономического деления), но экосистема удобна при изучении трофических уровней (пищевых цепей). В России широко используются *географические термины при оценке ПТК*: «фация», «урочище», «ландшафт». Они используются при экологическом и ландшафтном картировании. Используемые таксоны «экосистема», «биогеоценоз», «урочище» дополняют друг друга, но не взаимоисключают. Внутри экологической системы органические вещества создаются автотрофными организмами (например, растениями). Растения поедают животные, которых, в свою очередь, поедают другие животные (хищники). Такая последовательность называется *пищевой цепью*; каждое звено пищевой цепи называется *трофическим уровнем* (греч. trophos «питание»).

*В экосистемах между контурами фаций существуют своеобразная буферная зона или переходная полоса, которая называется экотон*. В такой зоне признаки и свойства выражены весьма динамично и контрастно. Экотоны позволяют оценить направленность эволюции тех или иных фаций.

Синузия – структурная часть фации, одноярусная группировка растений, сформированная в определенных экологических условиях; *в лесах умеренного пояса* имеется несколько синузий: ярусные (деревья, кустарники), кустарнички, травянистый и моховой покровы, эпифитные (лишайники, мхи на деревьях), почвенные животные. При мощных антропогенных нагрузках происходит варьирование соотношений между группами живых организмов. Причем отдельные виды могут вообще исчезнуть в этом регионе при химическом загрязнении, например, почвенного покрова. Чаще всего происходят адаптации одних видов и

угнетение других. Соответственно площади (ареалы) распространения изучаемых видов изменяются в ландшафтах.

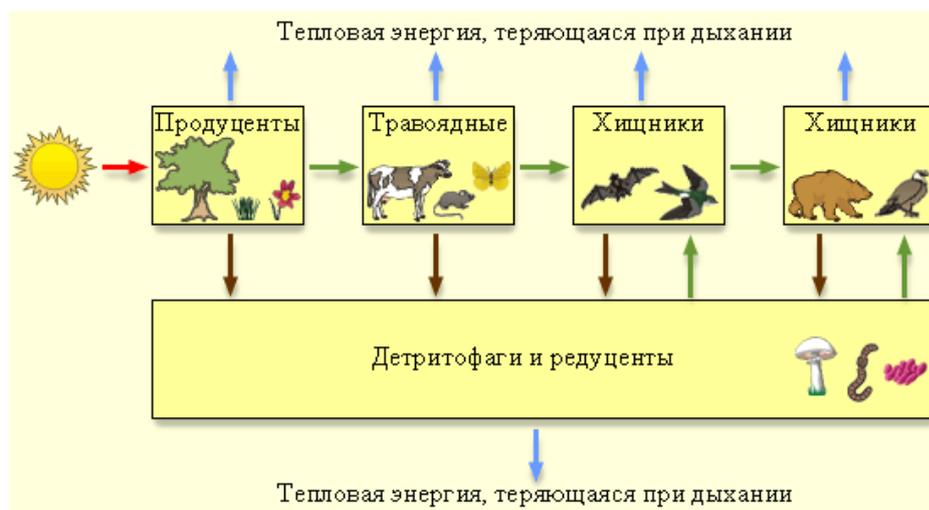


Рис. 1. Поток энергии через пищевую цепь.

Живые организмы первого трофического уровня - это *первичные продуценты*. На суше большую часть продуцентов составляют растения лесов и лугов; в природных водах - это, в основном, зелёные водоросли. Кроме того, производить органические вещества могут сине-зеленые водоросли и некоторые бактерии. Организмы второго трофического уровня называются *первичными консументами*, третьего трофического уровня – *вторичными консументами* и т. д. Первичные консументы – это *травоядные животные* (многие жвачные животные, звери на суше, моллюски и ракообразные в воде) и паразиты растений (например, паразитирующие грибы). Вторичные консументы – это *плотоядные организмы*: хищники, либо паразиты. В типичных пищевых цепях *хищники оказываются крупнее* на каждом уровне, а паразиты – мельче. Существует ещё одна группа живых организмов, называемых *редуцентами*. Это сапрофиты (обычно, бактерии и грибы), питающиеся органическими остатками мёртвых растений и животных (детритом). Детритом могут также питаться животные – детритофаги, заметно ускоряя процесс разложения остатков растений и животных. *Детритофагов*, в свою очередь, могут поедать хищники. В отличие от пастбищных пищевых цепей, начинающихся с первичных продуцентов (то есть с растений), детритные пищевые цепи начинаются с детрита (с мертвого органического вещества – опада растений).

Пищевые цепи служат основой для построения экологических пирамид. Простейшими из них являются *пирамиды численности* организмов, которые отражают количество особей на каждом трофическом уровне. При поедании живых организмов хищниками органические вещества и соли переходят на следующий трофический уровень. Количество органических соединений, накопленных гетеротрофами, называется *вторичной продукцией*. Поскольку

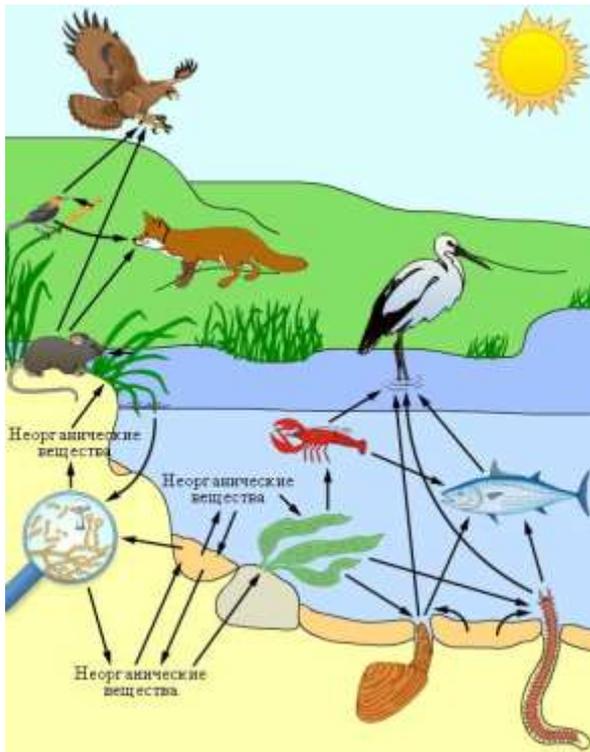


Рис. 2 Пример трофической (пищевой) цепи

хищники и гетеротрофы дышат и выделяют нетрансформированные остатки растений (и другие продукты), в каждом звене *цепи часть энергии теряется*. Это накладывает ограничение на *длину пищевых цепей в природе*; количество звеньев в них редко бывает больше шести. Эффективность переноса энергии от одних организмов к другим значительно выше, чем эффективность производства первичной продукции. Средняя эффективность переноса энергии от растения к животному составляет *около 10 %*, а от животного к животному – *20 %*. Обычно растительная пища является энергетически менее калорийной в сравнении с животной, содержащей белки, жиры и другие биополимеры. Однако растительная пища содержит первичную энергию Солнца в химических связях органических веществ, поэтому она легче и полнее усваивается человеком и животными. Если живые организмы находятся на одном трофическом уровне, то между ними часто возникает *межвидовая конкуренция* за пищу (нередко и за территорию). В других случаях достигается равновесие: ни один из видов не развиваются столь же успешно, как при отсутствии конкурентов. Чаще всего возникают ситуации, когда одни виды полностью подавляются другими; такая ситуация называется *конкурентным исключением*.

Дикие виды трав в посевах с.-х. культур развиваются очень быстро, особенно в зонах тайги и смешанных лесов. С экологической точки зрения это понятно – дикие виды трав в отличие от озимой пшеницы, ячменя...- хорошо адаптированы к местным условиям. А указанные культуры завезены из их центров видообразования – субтропиков Земли. Эти виды являются культурами короткого дня и в северных широтах просто не вызревают. Поэтому продвигать их на Север, как и кукурузу, экономически нецелесо-



Рис. 3 Один из способов уменьшения межвидовой конкуренции – разделение сообщества на ярусы.

сообразно. В агроландшафтах тайги эффективно травосеяние.

Антагонистические отношения между организмами не сводятся только к борьбе за ресурсы питания, влагу и свет. Некоторые организмы (растения, грибы, бактерии) способны выделять в окружающую среду (например, в почву или в воздух) химические вещества (алкалоиды, терпеноиды, полифенолы, органические кислоты), подавляющие развитие конкурентов. Способы подавления могут быть разными: от простого растворения клеток до торможения биохимических процессов дыхания или синтеза аминокислот. Такой способ биохимического взаимодействия между видами называется *аллелопатией*. Иногда вытеснение из жизненного пространства производится вследствие более интенсивного размножения или преимущественного потребления воды и элементов питания одним видом. Между группами организмов могут устанавливаться и иные взаимоотношения. Например, при *симбиозе (мутуализме)* форма отношений складывается так, что она приносит обоюдную пользу. Иногда симбиотические взаимоотношения настолько важны, что гибель одного организма неизбежно ведёт к гибели другого. В других случаях организмы способны существовать и отдельно, хотя не столь успешно. Среди известных примеров симбиоза можно привести лишайники (водоросль плюс гриб); симбиоз бактерий, переваривающих клетчатку и целлюлозу у жвачных животных; взаимоотношения муравьев и тлей; рыбы - «санитары» и птицы - «санитары», уничтожающие паразитов на коже крупных млекопитающих и рыб. Другими примерами симбиоза является совместное существование грибов и древесных растений, насекомых и цветковых травянистых растений.

Необходимо отметить, что внутри биогеоценозов формируются группы популяций. Их развитие связано или растениями эдификаторами, или с

другими факторами. Так создаются структурные единицы биогеоценозов – *консорции*. Учение о консорциях в 50-х годах 20-го столетия разработали Л.Г. Раменский и В.Н. Беклемишев.

Консорция – это совокупность популяций организмов, жизнедеятельность которых в пределах одного биогеоценоза трофически или топически связана с его центральным видом – эдификатором - продуцентом (автотрофным растением). Остальные виды консорции образуют ее ядро, за счет которого существуют виды, минерализующие органические вещества. *Пример консорции* – зрелое дерево сосны со всеми организмами: птицами, жуками-короедами, белками, эпифитными лишайниками, мхами, муравьями...

Количественное соотношение видов в биогеоценозе называется индексом разнообразия и определяется **по формуле Шеннона**:

$$H = - \sum P_i \log_2 P_i, \text{ где } P_i \text{ – доля каждого вида в сообществе.}$$

Смена одних сообществ другими называется экологической сукцессией. *Первичная* сукцессия - когда формирование сообщества происходит, что называется «с нуля». *Вторичная сукцессия* наблюдается, если одно сообщество постепенно замещается другим. Последнее сообщество пищевой цепи, стабильное и находящееся в равновесии с окружающей средой, называется *климаксным сообществом*. Дальнейшее изменение климаксного сообщества возможно только при изменении биоклиматических условий. Сукцессия может начинаться не только на бедлендах - лишённых жизни территориях, но и в местах, на которых организмы раньше существовали, но были уничтожены, например, пожаром или вырубкой. Заметное влияние на сукцессию в этом случае оказывают сохранившиеся корневища, семена и споры различных растений, а также организмы, обитающие в почве. Нередко результатом сукцессии на таких территориях является восстановление исходного биогеоценоза.

Ниже приводятся задания и вопросы для повторения к главе 1. При их выполнении целесообразно дополнительно использовать небольшую тетрадь в качестве *черновика*. Обосновав и проверив правильность ответов, студенты затем ручкой аккуратно переписывают их в Рабочую тетрадь. Сокращения не допускаются. В черновике делают различные расчетные задания, пометки зарисовки.

*Задания выполняются поэтапно, постепенно.*

### 1.3. Задания и вопросы для повторения к главе 1

2. Назовите основные компоненты таежной (лесной) экосистемы и степного ландшафта.

---

Таежная лесная

экосистема: \_\_\_\_\_

---

---



5. Что такое «продуценты», «консументы» и «редуценты»? Приведите примеры.

Продуценты – это

---

---

Консументы - это

---

---

---

---

---

---

---

---

Редуценты – это

---

---

---

6. Объясните, что такое «экологическая пирамида»? Нарисуйте схему «пирамиды» и объясните ее значение при химическом загрязнении аграрной экосистемы.

---

---

---

---

Схема экологической пирамиды:

7. Что такое «консорции» и «синузии»? Приведите примеры.

---

---

---

---



Пояснения \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

10. Что такое биосфера? Назовите ее основные составляющие. Чем отличается Биосфера от Ноосферы в концепции В.И. Вернадского?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

11. Назовите основные глобальные функции биосферы по В.И. Вернадскому.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_





18. Для каких целей при изучении агроэкосистем выкапываются: *прикопка, полуяма и разрез*? Как они обозначаются на топокарте?

Разрез –

это \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Полуяма – это

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Прикопка – это

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

19. Напишите индексы основных генетических горизонтов следующих почв: подзола иллювиально-железистого песчаного и чернозема обыкновенного.

*Чернозем обыкновенный*

*тяжелосуглинистый* \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Подзол иллювиально-железистый песчаный на флювиогляциальных отложениях* \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

20. Что такое «фация» и «урочище»? Чем они отличаются от термина «экосистема» и «биогеоценоз»?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Назовите основные типы экосистем Подмосковья. Что такое «устойчивость» экосистем?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Чем почвы отличаются от почвоподобных тел? Нарисуйте схему профиля почвы и почвоподобного тела, сформировавшегося под воздействием антропогенеза:

---

---

---

---

Схема профиля любой почвы:

Схема профиля любой почвы:

Назовите мероприятия по «охране почв» в агроландшафтах.

---

---

---

---

---

---

---

## Глава 2. Методология изучения экосистем и ландшафтов

### 2.1. Полевые методы изучения экосистем (аграрных и нативных)

**Цель:** познакомить студентов с полевыми методами изучения экосистем,  
**Задачи:** выработать навыки ландшафтно-экологического картографирования, оценки экологической ситуации и *выработки приемов охраны почв*.

#### Общие положения

Сочетание полевых методов изучения наземных экосистем зависит от масштаба картирования. Наиболее часто применяют крупномасштабную съемку М 1: 10 000 – 50 000 с работой на «ключках» обязательно на топографической карте; планы землеустройства для этого не подходят, поскольку на них имеется примитивная информация: площади и контуры полей. Ландшафтно-экологическое картирование конкретной территории осуществляется при помощи следующих методов:

- 1) маршрутного наблюдения,
  - 2) исследований на опорных точках ландшафтного профиля,
  - 3) изучения компонентов ландшафта на ключевых участках («ключках»).
- Детальное (сплошное) картирование* проводится при детальной съемке в масштабе М 1:200 – М 1:1000.

При средне- и мелкомасштабном картировании заметно уменьшается количество маршрутов. Все большее значение приобретает *экстраполяция результатов* полевых наблюдений на геокомплексы - аналоги. Как правило, ландшафтной съемке предшествуют *рекогносцировочные исследования* (т.е. предварительное знакомство с изучаемой территорией), позволяющие решить следующие задачи:

- 1) проверить ряд контуров фаций и урочищ, выделенных на макете ландшафтной карты с реальными объектами,
- 2) составить рабочий план изысканий, выработать единую терминологию и утвердить единые методы исследований,
- 3) подготовить (и раздать) всем участникам экологических изысканий диагностические признаки, позволяющие определить генетические особенности почв, растительности и характер их загрязнения,
- 4) утвердить терминологию и последовательность изыскательных работ с составлением сметы расходов.

*Маршрутный метод* позволяет изучить пространственные комбинации фаций и урочищ в ландшафте, уточнить межфациальные рубежи и выявить особенности антропогенных трансформаций. Полевые маршруты планируют так, чтобы они, по возможности, полнее пересекали все виды урочищ по наиболее коротким ходам. Иными словами, маршрутом следует пересечь все элементы мезорельефа. Протяженность и длительность маршрутов определяется категорией сложности объекта и масштабом полевых работ. При маршрутных исследованиях используют эмпирические подходы – *наблюдения, описания и измерения*. Обращается внимание на: характер смены

мезоформ рельефа и особенности расчленения рельефа (включая и эрозию), своеобразие микрорельефа, смену фитоценозов (при изменении видового состава сообществ) и их взаимосвязь с литологией пород, нахождение межфациальных границ... Полевая съемка требует хорошей физической подготовки специалистов: слишком много рисков и разных трудностей.

*Метод опорного ландшафтного профилирования* является основным приемом изучения вертикальной структуры и свойств компонентов фаций и межфациальных взаимосвязей. Количество опорных профилей зависит от сложности территории изысканий, поэтому при IV-й и V-й категориях сложности на предварительной (камеральной) ландшафтной карте закладывают не один, а несколько профилей, чаще всего параллельных и реже – перпендикулярных друг другу. Профиль начинается от берега реки и заканчивается в автономных (водораздельных) ландшафтах. Другой пример: от днища межрядовой долины по склонам к автономным ландшафтам.

*Ключевой метод исследования* наиболее широко используется при средне- и мелкомасштабных исследованиях. Здесь большую помощь оказывают материалы аэрофото,- и космической съемки, а также результаты дешифрирования этих карт. Ключевые участки выбирают по характерному сочетанию разных урочищ, а при мелкомасштабных исследованиях (М 1:1000 000 и меньше) они включают ряд ландшафтов. На «ключках» в более крупном масштабе проводятся сплошные полевую съемку по сравнению с остальной территорией. При этом используются такие методы как опорное ландшафтное профилирование, маршрутные наблюдения, исследования на основных и опорных точках.

Отмечается, что цель мелкомасштабной ландшафтной съемки состоит в проверке достоверности контуров, состава и структуры геокомплексов, выделенных в мелком масштабе на космических фотоснимках. Это, как правило, крупные урочища, виды и группы ландшафтов. Вообще, в настоящее время дистанционные методы зондирования ландшафтов находят широкое применение в США, Канаде, России и ряде других стран. Востребованность хороших картографических материалов для разных отраслей экономики - высокая. Сейчас используются ГИС технологии.

Ниже приводятся сведения об использовании топографических карт в качестве одной из доступных и качественных источников, используемых при крупномасштабном ландшафтном и экологическом картировании. Выработка навыков «чтения» топографической карты и ориентирования по ней на местности помогает выполнить полевую съемку на высоком методическом уровне. *Поэтому отнеситесь к этому заданию внимательно. На планах землеустройства не удастся качественно провести полевые почвенно-экологические, да и агрохимические изыскания.* Потому что без горизонталей смешанные образцы (1 образец отбирается с 20 га с 15-20 индивидуальных точек), например, почв будут отобраны и с плакора, и со склоновых участков агроландшафта. При этом не учитывается и микрорельеф. Недостаток агрохимического картирования еще и в том, что почвенные образцы отбираются тростевым буром, а не лопатой, «когда все видно».







Рис. 4. Фрагмент учебной топографической карты М 1:25 000.

7. Почему полевые почвенно-экологические и агрохимические изыскания *нельзя* проводить на планах землеустройства?

---

---

---

---

---

---

---

---

8. Для каких целей применяют планы землеустройства в хозяйствах?

---

---

---

---

---

---

---

---

9. Что такое масштаб карты? Для каких целей проводится детальная почвенная съемка? Укажите детальный масштаб карты. Стационары.

---

---

---

---

---

---

---

---





## 2.3. Лабораторные методы оценки качества и загрязнения экосистем (хроматография сложных природных веществ)

**Цель:** выработать у бакалавров навыки оценки состояния экосистем.

**Задачи:** овладеть методами хроматографии и сорбционных лизиметров с целью экологической оценки качества почв, природных вод, а также разделения на фракции сложных природных веществ, например, гумуса.

Наряду с занятиями по картографии, бакалаврам предлагается выполнить ряд лабораторных работ. Темы работ могут изменяться преподавателем в зависимости от объема и характера учебной нагрузки. Определенную ее часть можно перенести на летнюю учебную практику, например, *по экологии водных экосистем*. Не исключено добавление новых тем, в частности, *по биотестированию, биоиндикации*, определению качества кормов и продуктов питания, а также *ГИС и компьютерным технологиям*. В последнем случае выполняются работы по агроэкологической оценке земельных ресурсов в компьютерном классе кафедры экологии. Эта тема особенно близка студентам, обучающимся по специальности «Экономика», а также изучающим дисциплину «Экономика природопользования». *Подчеркнем, почвенные и земельные (ландшафтные) ресурсы характеризуются качеством и стоимостью. Поэтому их оценке нужно уделять особое внимание при изучении темы «Природные зоны России и земного шара».*

### 2.3.1. Лабораторно-практическая работа 1:

Природные и искусственные сорбенты - фактор качества жизни и экологической безопасности биоты и людей

**Тема №1.** *Использование ионообменной хроматографии для глубокой очистки различных водных растворов от катионов и анионов.*

В этой лабораторной работе студенты проводят очистку одного из природных водных растворов (например, из Тимирязевского пруда) от простых и сложных ионов – катионов и анионов. Для этого применяются стеклянные хроматографические колонки или стеклянные фильтры - Нутча (№2, 3, 4). Сорбенты : катионит КУ-2 в  $H^+$  форме и анионит АВ-17 в  $Cl^-$  или  $OH^-$  формах, оксид алюминия и активированный уголь.

На семинаре обсуждаются как *теоретические аспекты кинетики, статистики и динамики сорбции*, так и *практические аспекты* данного метода: использование деионизированной воды, сорбентов и аппаратуры в химии, экологии и медицине. Для более полной интерпретации полученных студентами результатов опытов рекомендуется использовать научные публикации И.С. Кауричева, В.В. Рачинского, А.Д. Фокина, А.И. Карпухина

и И.М. Яшина и других авторов, в частности, в журналах «Известия ТСХА», «Доклады ТСХА», «Почвоведение», а также монографии и учебные пособия за период с 1961 по 2015 годы. Указанные работы имеют почвенно-экологическую направленность. Отмечается приоритет русского ботаника М.С. Цвета в открытии метода хроматографии (1903) и его вклад в диагностику хлорофилла растений.

Преподаватель объясняет студентам особенности *метода хроматографии* и освещает его научно-прикладное значение в медицине, водоподготовке, биохимии, микробиологии, почвоведении, экологии, физиологии растений и человека, фармакологии. Констатируется: в Тимирязевской академии метод хроматографии издавна апробировался на кафедрах физической и коллоидной химии (Е.Н. Гапон), а также органической (В.В. Вильямс) и неорганической химии (Б.А. Соломинская, И.В. Колосов...). В.В. Рачинский в 70-х годах 20-го столетия был Председателем совета по хроматографии в Советском Союзе. Под его руководством проводились теоретические изыскания по хроматографии и вегетационные опыты с использованием радиоактивных изотопов. В этой связи разработка в 1959 г. *метода сорбционных лизиметров (МСЛ)* И.С. Кауричевым на кафедре почвоведения ТСХА *не была случайной, интуитивной*. Она опиралась на фундаментальные результаты исследований, полученные на химических кафедрах Тимирязевской академии. Разработав концепцию МСЛ, И.С. Кауричев пригласил в аспирантуру И.М. Яшина (1969-1973 гг.), и предложил ему выполнить теоретическое обоснование МСЛ. Уместно отметить, что в тот период сорбционные явления с радиоактивными изотопами, в частности, в почвах и сорбентах исследовали также А.Д. Фокин, А.И. Карпухин, А.С. Кияновский и другие.

Модельные опыты показали, что эффективное и надежное функционирование *сорбционных лизиметров, устанавливаемых в почвенный профиль, тесно* связано с проведением предварительных лабораторных исследований по сорбции продуктов почвообразования разными и специально подготовленными сорбентами. Важно было также подобрать и эффективные элюенты; отработать технологию «закладки» в почву сорбционных лизиметров и определить оптимальные условия их функционирования в условиях конкретного типа ландшафта. Объектами исследований были аграрные и нативные экосистемы Подмосковья, Архангельской области и Республики Коми. Установлено, что если взять заведомо большую массу поглотителя в колонку, то в итоге можно получить эффект «разбавления» потока мигранта. При недостатке сорбента в колонке возможен проскок мигранта за слой сорбента: следовательно, нужно было экспериментально установить *емкость сорбента «до проскока» по отношению к природным продуктам почвообразования и антропогенеза*. Наблюдения показали, что *сухие сорбенты* в колонках почти не функционируют, поскольку над колонкой в почве возникает воздушный «пузырь» и почвенные растворы просто обтекают такую сорбционную

установку и не поступают в приемник вод лизиметра. Далее. Например, оксид алюминия в колонках сильно слеживается и его закладка в колонки без песка существенно затормаживает скорость фильтрации растворов, а результаты полевой оценки масштаба миграции оказываются заниженными. Нужно было также отработать *методику глубокой химической очистки* кварцевого песка и технологию установки колонок в почвенный профиль. Если на частицах песка остаются пленки гидрогелей гидроксида железа, то часть массы мигранта (ВОВ, ионов тяжелых металлов) может на них сорбироваться. А реальные опытные данные занижаются. Показано, что оправдывает себя *каскадный способ* установки лизиметров с тщательной их замуровкой сырой почвой. Колонки подготавливают с соблюдением методики, изложенной в учебном пособии И.С. Кауричева, И.М. Яшина и В.А. Черникова (1996).

Профиль почвы после установки всей серии лизиметров - 24-30 колонок - фотографируют цифровой фотокамерой, например, Nikon COOLPIX P90 (Japan) со штатива. Определяют координаты почвенно-экологического «ключа» с помощью GPS навигатора, что особенно актуально при закладке лизиметрических устройств на пашне, сенокосах и пастбищах. Наряду с GPS навигацией траншею фиксируют на детальной топокарте по надежным местным ориентирам. Спутниковая навигация пока еще недостаточно точная: ошибка достигает нескольких метров. Все сведения записывают в полевой дневник, который является документом первичной отчетности.

На семинаре со студентами обсуждаются конструкции сорбционных лизиметров, используемые для оценки *восходящих, боковых и нисходящих* потоков мигрантов, в том числе и экотоксикантов – ионов тяжелых металлов, пестицидов, радионуклидов. *Студентам предлагается самостоятельно подготовить к работе сорбционный лизиметр, проверить его лабораторное функционирование: оценить скорость фильтрации воды через колонку (сравнить с аналогичной в почве), выполнить качественную оценку действия сорбентов.* Затем подытоживаются результаты занятий по МСЛ. Преподаватель констатирует, что собранные и апробированные «ловушки» мигрантов эффективны для *экологической оценки* химически загрязненных почв вблизи свалок, на опытных полях, участках использования осадков сточных вод, в водоохраных зонах рек и водохранилищ, на газонах стадионов, вблизи военных полигонов. Студентам предлагается самим разработать принципиально *новые варианты сорбционных «ловушек» для различных классов мигрантов*, ранее еще не использованных специалистами. При этом требуется обоснование предложенных конструкций, характеристика их функционирования в почвах, достоинства и недостатки. Подчеркивается, что изучая МСЛ, студенты наряду с химико-аналитическими работами *переходят к новому - технологическому этапу: созданию специальных конструкций - «сорбционных ловушек»,* используемых для оценки состояния и функционирования экосистем на ионно-молекулярном уровне.

На семинарах обсуждаются следующие вопросы: какие вещества активно мигрируют в почвах таежных, лесостепных и степных ландшафтов? Какое дальное действие мигрантов от «точки их образования – таежной экосистемы», к местному базису эрозии – озеру, реке, водохранилищу, и как его можно оценить? В каких почвах и ландшафтах мигранты аккумулируются и почему? Что представляют собой движущие силы миграции?

*Наконец, как влияют на растения и микроорганизмы мобильные формы мигрантов в почвах тайги, лесостепи и степи?*

### Задания и вопросы к лабораторно-практической работе 1

1. Кому принадлежит приоритет разработки метода сорбционных лизиметров? Для каких целей применяют данный метод?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Нарисуйте схему *сорбционного лизиметра* с двумя слоями сорбентов и дренажем, а приемник лизиметрических вод соединен с колонкой с помощью вакуумных шлангов. Покажите на схеме установку конструкции в почвенном профиле. Объясните *принцип действия сорбционного лизиметра*.

Схема сорбционного лизиметра:

Принцип действия сорбционного лизиметра:

---

---

---

---

---



### 2.3.2. Лабораторно-практическая работа № 2

**Тема 2.** Технологии глубокой очистки природной воды от примесей, ионов, коллоидов, органических лигандов, экотоксикантов, болезнетворных микроорганизмов, вирусов и простейших паразитов.

Данная практическая работа очень актуальна в экологическом плане. Подобная информация должна быть доступна не только для студентов, но и для людей, планирующих провести свой летний отпуск на побережьях морей в тропиках и субтропиках земного шара. Рассмотрим этот вопрос.

#### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Экологи и гидрохимики предупреждают: в водных источниках заметно возросла концентрация *различных возбудителей заболеваний*. Это связано с изменением гидрохимического состава поверхностных природных вод и микробиологическим загрязнением за счет *привноса бытовых стоков* и фекальных масс. Известно, что в бытовых и сточных водах встречаются микроорганизмы, вызывающие инфекционные (и эпидемиологические) заболевания: *дизентерию, брюшной тиф, гепатит, лямблиоз, сальмонеллез*. Из кишечника и половых путей человека выделяется более 100 видов вирусов. Они легко проходят через простые очистные сооружения и попадают в природные водоемы (рис.5,6).



Рис. 5. В реку Трубеж (г. Переславль-Залесский Ярославской области) сбрасываются жилищно-бытовые и производственные стоки; в перспективе эта река превратится в сильно загрязненный водный поток, связанный с Плещеевым озером; здесь необходим экологический мониторинг поверхностных вод и донных осадков (фото И.М. Яшина, 2015).

В курортных городах различные стоки часто сбрасываются не очищенными в морской бассейн, вблизи пляжей (рис.6). Коммунальные службы, по-видимому, предполагают их естественную дезинфекцию и самоочищение в

соленой морской воде. Однако на мелководье, даже в морской воде, инфекция сохраняется довольно длительное время, достаточное для заражения *отдыхающих в жаркие летние* месяцы курортного бума, особенно в тропиках и субтропиках. Установлено, например, что за сутки больной или инфицированный человек выделяет  $2-7 \times 10^8$  шт. болезнетворных микробов, а в 1г фекалий содержится в среднем 2000 тыс. цист лямблий. Этот пример наглядно показывает, с одной стороны, *насколько важен здесь экологический мониторинг* состояния почв, стоков и природных вод, а с другой – какие требования должны предъявляться к *обеззараживанию и очистке сточных бытовых вод* (рис. 5,6). В этой связи вполне оправданны действия правоох-



Рис. 6. **Городской пляж в Анапе**; высокая плотность людей, которые купаются в мелководной морской лагуне с хорошо прогретой водой, создает весьма благоприятные условия для патогенной микрофлоры и заболеваний отдыхающих (фото И.М. Яшина, 10.09.2005).

рательных органов по *запрету размещения домов и коттеджей в водоохраных зонах рек, озер и водохранилищ*. К сожалению, в поймах рек Подмосковья размещено более 80% несанкционированных свалок. Они существенно загрязняют экотоксикантами почвы пойм, резко снижая качество природных вод. Поэтому *важно знать, какие методы используются при очистке и дезинфекции природных вод?*

Промышленные сточные воды биологическим путем не очищаются, поэтому существенное значение имеет их локальная физико-химическая обработка до сброса в общегородской коллектор.

Бытовые сточные воды раньше хлорировали, а в настоящее время такие стоки озонируют, обрабатывают пероксидом водорода (это экологически «чистый» окислитель, но дорогой), перманганатом калия, а также подвергают воздействию УФ - лучей и  $\gamma$  - излучению.

Хлорирование – один из самых распространенных методов дезодорации сточных и бытовых вод. Несмотря на простоту и компактность установок для

хлорирования, доступность и дешевизну хлора и его производных ( $ClO_2$ ,  $HOCl...$ ), очистка воды активным хлором должна применяться ограниченно.



Рис. 7. Беломорско-Балтийский канал; снимок сделан в 12 км к югу от г. Беломорска, где находятся гидроузел и пристань, от которой крупные корабли «река-море» отправляются на Соловки (и здесь сливы нефтепродуктов нередкие). Кроме этой есть еще «пристань» в Рабочеостровске (в 11 км от Кемь), но она крайне не ухожена, да и ждать небольшого судна придется всю ночь, а идти по морю – около 4 часов (фото И.М. Яшина, 2004).

Связано это с недостаточной глубиной окисления растворимых органических веществ (нативных и искусственных – нефтепродуктов, фенолов, формальдегида – рис.7), образованием токсичных *хлорорганических соединений*, необходимостью применения высоких доз хлора, токсичностью самого реагента – хлора.

Озонирование – технологический прием, при котором происходит одновременное окисление органических веществ, растворенных в воде, обесцвечивание, дезодорация, обезвреживание стоков и насыщение воды кислородом. Озон ( $O_3$ ) используется также для очистки вод от *цианидов, роданидов, сероводорода, мышьяка и иных экотоксикантов*, а также от гумусовых веществ, пестицидов, фенолов и углеводов. Озон эффективен при водоподготовке питьевых вод. Озон представляет собой модификацию  $O_2$ , но сильно от него отличается: он интенсивно окрашен, токсичен и взрывоопасен. ПДК для озона в рабочей зоне составляет 0,0001 мг/л. *Эффективность использования озона резко возрастает в присутствии сорбентов, например, активированного угля.*

Пероксид водорода ( $H_2O_2$ ) имеет следующие преимущества по сравнению с озоном: он хорошо растворим в воде, устойчив в водных растворах, окисляет широкий спектр органических соединений при различных величинах pH, *нетоксичен*. В силу своих технологических преимуществ  $H_2O_2$  нашел широкое применение в зарубежной практике очистки сточных и





## Глава 3. Санитарно-гигиеническое нормирование загрязнителей

### 3.1. Методические основы нормирования

**Цель:** познакомиться с методологией санитарно-гигиенического нормирования загрязнителей почв и поверхностных вод.

**Задачи:** охарактеризовать особенности и показатели санитарно-гигиенического нормирования загрязнителей.

*Санитарно-гигиеническое нормирование* загрязнителей в почвах и поверхностных водах очень важно для оценки их качества. *К сожалению, данное научное направление ориентировано на людей, что с экологических позиций не совсем правильно.*

Традиционный подход к нормированию загрязнителей в экосистемах основан на *ретроспективном анализе* (см. «Почвенно-экологические исследования в ландшафтах» под ред. И.М. Яшина, с. 202). В этой связи *специалисты-медики* предложили следующие виды норм: *статистическая, эмпирическая, теоретическая и экспертная.*

Так, *статистическая норма* в качестве критериев состояний экосистем «хорошо», «плохо» предлагает оценку «часто»/ «редко».

*Эмпирическая норма* используется на практике, когда состояние одной из изучаемых экосистем определяется как «контрольное».

*Теоретическая норма* загрязнителей используется при оценке механизмов взаимодействий ксенобиотиков с компонентами ландшафтов, исходя из общенаучных представлений.

*Экспертная норма* обычно минимизирует иллюзии относительно химического загрязнения ландшафтов. Часто негативное воздействие на биоту экотоксикантов приуменьшается, их концентрации в почве, кормах и продуктах питания занижаются, поскольку это грозит большими экономическими издержками.

Однако, *несмотря на кажущуюся обоснованность подобных норм, они оторваны от реальных агроэкосистем и являются, в известной мере, теоретическими постулатами: в них отсутствует почвенно-экологическая оценка состояния и миграции ксенобиотиков, а также не учитываются конкретные типы почв и ландшафтов.*

В связи с этим данный подход должен быть заменен *биогеохимическим методом оценки состояния экосистем.* Отмеченные недостатки санитарно-гигиенического подхода при оценке экосистем отмечались давно, в частности, В.Н. Башкиным с соавт., 1993. Данные авторы предложили параметры и методологию биогеохимической оценки химического загрязнения экосистем. Ими было отмечено, что при экологическом нормировании учитывается *устойчивое и безопасное* развитие агроэкосистем, тесно связанных с близлежащими ландшафтами. Поэтому нужно исследовать не только аграрные экосистемы, но и близлежащие объекты: почвы, растительный покров, природные воды. Проводится не просто отбор почвенных и растительных проб для экотоксикологических аналитических исследований, а *осуществляется почвенно-экологическое картографирование аграрных и иных ландшафтов в крупном масштабе М 1: 10 000 – 50 000. Нужно учесть, что это дорогостоящие изыскания.*







## Глава 4. Биогеохимическая оценка и нормирование загрязнителей в агроландшафтах

### 6.1. Биогеохимические параметры нормирования (индекс суммарного загрязнения почв агроэкосистем $J_{сз}$ , коэффициенты мобилизации $k_{моб}$ и миграции $k_{миг}$ )

**Цель:** выработать навыки экспериментальной биогеохимической оценки и нормирования загрязнителей в агроландшафтах.

**Задачи:** научить бакалавров рассчитывать и понимать параметры биогеохимической оценки «поведения» экотоксикантов в агроэкосистемах.

Концепция биогеохимического *нормирования экотоксикантов*, связанная с *предупреждением* загрязнения агроэкосистем, создается на основе биогеохимической оценки ландшафта и его основных компонентов – биоты, почв и почвообразующих пород, атмосферы и природных вод. *Биогеохимический мониторинг*, как составляющая часть экологического нормирования, строится на основе иерархии и уровней структурной организации веществ в ландшафтах. (В.Н. Башкин с соавт., 1993) При этом используются различные методы экологических исследований. Выделяют соподчиненные структуры ландшафтов: *элементарный биогеохимический ландшафт – почвенно-геохимическая катена – биогеохимический район – биогеохимическая провинция – биогеохимический субрегион и регион*. Изучают как нативные, так и агроландшафты Подмосковья. Проведение экологического мониторинга предшествует созданию концептуально-информационной базы данных о конкретных агроэкосистемах и геохимических ландшафтах. Причем важно отметить направленность основных процессов почвообразования и антропогенеза, определяющих трансформацию и миграцию ксенобиотиков. Фактические результаты экологического нормирования используются при проведении *экологической экспертизы* (на различных стадиях проектных, строительных и эксплуатационных работ), а также экспертизы состояния природных объектов – ландшафтов, например, где будут размещены специальные площадки для складирования твердых бытовых отходов (ТБО) и городского мусора. Здесь уместно размещать в *почвенных профилях сорбционные лизиметры* для изучения водной миграции ксенобиотиков и аккумуляции на почвенно-геохимических барьерах. Интересно знать также состояние самих барьеров миграции, активно деградирующих под воздействием кислот различного генезиса.

При биогеохимическом подходе изменяется понятие «*экологического риска*», поскольку меняется сама парадигма «контроль» на парадигму «предупреждение». *Парадигма «контроль» при экологической экспертизе* обозначает обязательное применение гигиенических нормативов – ПДК, ПДУ, ОДВ... для ограничения поступления в ландшафты химических

загрязнителей. А парадигма «предупреждение» снижает до минимума самую вероятность возникновения ксенобиотиков при промышленном и аграрном производствах. Таким образом, начинает действовать известный принцип управления при экологическом картографировании ландшафтов. Он направлен на сохранение здоровья популяции человека и биоты путем резкого улучшения качества биосферы и ее компонентов.

Экологическое картирование агроэкосистем и нормирование нагрузок, проводимое на биогеохимической основе, предусматривает наличие эффективного информационного обеспечения. Им являются геоинформационные системы (ГИС) и соответствующие компьютерные программы. С их помощью обобщается огромная эколого-геохимическая информация как об антропогенных нагрузках, экологическом состоянии экосистем, так и о структуре ландшафтов, а также о миграционных потоках загрязнителей в геохимически сопряженных ландшафтах (рис.8).



Рис. 8. Использование метода сорбционных лизиметров для оценки коэффициентов миграции  $K_{\text{миг}}$  органических веществ, соединений Fe и тяжелых металлов в почвах таежных стационаров: **А** – фоновый стационар – заповедник - Музей деревянного зодчества «Малые Корелы» под Архангельском; **В** – таежный лесопарк с несанкционированными вырубками и деградированными профилями почв вблизи Петрозаводска, Карелия (фото И.М. Яшина, 2003А; 2009,В).

Ниже приведены задания для самостоятельной работы в указанном выше ключе. Постарайтесь выполнить их по возможности полнее с увязкой с другим заданием, связанным с оценкой экологического состояния агроэкосистем Подмоскovie (по конкретному административному району). Данное задание вырабатывает у студентов умение анализировать информацию и формировать экологическое мышление. Это очень важно,

поскольку в основном у людей доминирует технолого-экономический взгляд на экосистемы и агроландшафты. Мышление администраторов сосредоточено на получении максимума прибыли, а это противоречит экологической парадигме. Ситуацию здесь следует переводить в эколого-экономическое русло.

Для биогеохимической оценки состояния почв агроэкосистем используются интегрированные показатели: *индекс суммарного загрязнения, коэффициенты мобилизации и миграции ксенобиотиков*. Рассмотрим их оценку.

**Индекс суммарного загрязнения ионами тяжелых металлов верхних горизонтов почв** рассчитывается так:  $I_{сз} = \Sigma k_z - (n-1)$ , где

$\Sigma k_z$  – сумма коэффициентов загрязнения ионами тяжелых металлов в верхнем гумусовом горизонте почвы;

$n$  – количество диагностированных тяжелых металлов (по Сает Ю., 1989).

**Коэффициент загрязнения почвы одним токсикантом** (например, ионом ТМ) рассчитывается так:  $k_z = m_n/m_{поп}$ ,

где  $m_n$  – масса ТМ в верхнем (корнеобитаемом) горизонте почвы;

$m_{поп}$  – масса каждого ТМ в почвообразующей породе (или Кларк данного химического элемента в коре выветривания, %). *Иногда вместо загрязнения пишут «накопление». Но в этом случае нужно указать, что накапливается?*

Затем строится шкала *суммарного загрязнения*: 0-16 – очень слабое загрязнение почв (норма) и ситуация в целом достаточно благоприятная для производства экологически безопасной продукции сельского хозяйства; 16-32 – заметное химическое загрязнение, необходимо применять химические мелиоранты и проводить экологический контроль (мониторинг) за состоянием агроландшафтов; 32-64 – среднее загрязнение почв, экотоксиканты активно мигрируют по трофическим цепям, загрязняя корма и продукты животноводства; 64-126 – сильное загрязнение – необходимо внедрять фитомелиорацию; выращивать с.-х. культуры следует выборочно, в зависимости от положения в ландшафтах полей и севооборотов.

*Указанный методический подход (по Сает Ю., 1989) более правильно характеризует загрязнение почв в сравнении с ориентировочными величинами ПДК.*

*Но и он неполно освещает ситуацию, поскольку характеризует только одну подсистему – почву. А как быть с оценкой загрязнения экосистемы? Поэтому И.М. Яшин соавт. (2012,2013,2015) разработал и использовал в в полевых опытах суммарный индекс загрязнения, относящийся к экосистеме, в частности, на Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.*

Коэффициенты мобилизации и миграции помогают уточнить выше названный индекс суммарного загрязнения почв агроэкосистем.

Преподаватель объясняет расчет указанных коэффициентов и их научно-практическое значение.

### Задания и вопросы для повторения

1. Что такое биогеохимическое нормирование химических загрязнителей в агроэкосистемах? Откуда появляются ксенобиотики в агроландшафтах и продуктах питания?

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Перечислите биогеохимические критерии оценки состояния экосистем на примере одного из административных районов Подмосковья.

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Как рассчитать коэффициенты мобилизации и водной миграции? Объясните их почвенно-геохимическое значение.

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Оцените по литературным данным *реальное загрязнение атмосферного воздуха и почв в выбранном районе Подмосковья*: укажите выбросы пыли, дыма, сажи (кг/га за сут.), охарактеризуйте их химический состав и свойства.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Глава 5. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА (оценка экологического состояния агроландшафтов)

**Цель:** овладение навыками оценки экологической ситуации в ландшафтах.

**Задачи:** научиться использовать литературные источники и специальные сайты интернета; выработать навыки комплексного (экологического) анализа ситуации в агроландшафтах. На основе литературных сведений и справочных данных провести оценку *экологического состояния агроландшафтов* одного из административных районов Подмосковья (*по заданию преподавателя*).

Данная практическая работа – одна из наиболее важных, поскольку поможет бакалаврам самостоятельно оценить экологическую ситуацию реального административного района Московской области на основе литературных сведений. Вначале нужно ознакомиться с библиографией к гл. 5. Затем выбрать район в Подмосковье и подробно изучить условия функционирования аграрных и иных экосистем. Узнать антропогенные нагрузки: их массы, химический состав и токсичность.

Результаты этой практической работы лучше представить на отдельных листах формата А4 и вклеить в рабочую тетрадь, подписав практическую работу. Учебные пособия, монографии и научные статьи (2-3) для самостоятельного выполнения работы, выдает преподаватель (не исключен и вариант самостоятельного поиска и работы бакалавров в библиотеке университета). Общий объем работы - 7-8 стр. компьютерного текста.

### Литература к главе 5:

1. *Экология Подмосковья* (энциклопедическое пособие). М.: Изд-во Современные тетради. 2004.
1. Экологическая карта Московской области М 1: 350 000. М.: Изд-во Летописец. 1993.
2. Почвы Московской области. М.: Изд-во Московский рабочий. 1974.
3. Оценка экологического состояния почвенно-земельных ресурсов и окружающей природной среды Московской области. Ред. Г.В. Добровольский и С.А. Шоба. М.: Изд-во МГУ. 2000.
4. Биогеохимические основы экологического нормирования. Ред. акад. РАН М.В. Иванов. М.: Наука. 1993.
5. Экологическая карта Подмосковья М.: МГУ. 1993.
6. Яшин И.М., Раскатов В.А., Васенев И.И. Методы экологических исследований. М: РГАУ-МСХА. 2015. – 183 с.
7. Яшин И.М., Васенев И.И., Черников В.А. Экогеохимия ландшафта. М: РГАУ-МСХА. 2015. – 306 с.
8. Яшин И.М., Гареева И.Е., Атенбеков Р.А., Васенев И.И. Экологический мониторинг воздействия антропогенеза на поверхностные воды. М: РГАУ-МСХА. 2015. – 167 с.







---

---

---

---

---

---

---

---

- объясните особенности складирования твердых бытовых отходов (ТБО)

---

---

---

---

---

---

---

---

5. Охарактеризуйте водную и биогенную миграцию одного из загрязняющих веществ по трофическим цепям.

---

---

---

---

---

---

---

---



Рис. 10. Где растительный покров изреженный, там активно проявляется водная эрозия, мощности профилей почв резко уменьшаются; наряду с этим наблюдается *засоление и осолонцевание чернозема и его трансформация в чернозем солонцеватый*. Гумусовые вещества деградируют и выщелачиваются в форме гуматов и фульватов натрия. При миграции в песчаном субстрате (при хорошей аэрации) продукты миграции разрушаются микроорганизмами, что и видно на снимке (фото И.М. Яшина, 2012; **сравни с фото 9,11**).



## Литература

1. Агроэкология. Учебник. Т.1 и т. 2. Под ред. В.А. Черникова. 2004-2007.
2. Башкин В.Н., Евстафьев Е.В., Снакин В.В. и др. Биогеохимические основы экологического нормирования. М.: Наука. 1993. - 304 с.
3. Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. Л.: Гидрометеиздат. 1987. - 247с.
4. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). М.: Наука. 1990. - 261 с.
5. Европейские стандарты питьевой воды. Женева: Всемирная организация здравоохранения. 1972. - 60 с.
6. Зайков Г.Е., Маслов С.А., Рубайло В.Л. Кислотные дожди и окружающая среда. М.: Химия. 1991. - 140 с.
7. Кауричев И.С. Агрономическая характеристика почв / Учеб. Пособие. М.: ТСХА. 1989. - 83 с.
8. Ковда В.А. Биогеохимические циклы в природе и их изучение //Известия АН СССР, сер. Биол.1976. № 1. С.53-68.
9. Колесниченко М.В. Биохимические взаимовлияния древесных растений. М.: Лесная промышленность. 1976. - 184 с.
10. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир. 1975. - 740 с.
11. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. М.: МГУ. 1975. - 342 с.
12. Пьявченко Н.И. Торфяные болота, их природное и хозяйственное значение. М.: Наука. 1985. 152 с.
13. Яшин И.М. Мониторинг процессов миграции и трансформации веществ в почвах. М.: РГАУ-МСХА. 2013. - 183 с.
14. Яшин И.М., Шишов Л.Л., Раскатов В.А. Почвенно-экологические исследования в ландшафтах. М.: МСХА. 2000. - 560 с.

**Темы курсовых работ по дисциплине  
«Экология и охрана почв»**

№ п/п	Предлагаемые темы курсовых работ
1	Экологическое обоснование концепции трансформация таежных ландшафтов и почв при глобальном потеплении климата: усиление гидроморфизма, гумусообразования и изменение свойств почв.
2	Экологическая оценка почв и агроландшафтов – пашни, сенокосов, пастбищ, залежей в условиях Подмосковья.
3	Эколого-геохимическая роль процессов глее - и подзолообразования в трансформации и миграции веществ в аграрных почвах тайги в связи с динамикой климата.
4	Экологическая оценка почв и их функций в дельте реки - Северной Двины, Волги, Печоры ( река по выбору студента).
5	Экологические особенности применения осадков сточных вод (ОСВ) в почвах и ландшафтах Подмосковья: риски и возможное загрязнение.
6	Экологическая оценка процессов загрязнения поверхностных вод и технологии их очистка на станциях «Водоканала» РФ.
7	Основные этапы экологического картографирования почв и агроландшафтов: составление и обоснование фрагмента экологической карты, ее значение для науки и практики.
8	Оценка экологической ситуации в почвах агроландшафтов одного из административных районов Подмосковья (наиболее экологически неблагоприятные из них – Воскресенский, Шатурский, Ногинский, Озерский, Щелковский, Подольский).
9	Разработка полезных ископаемых и <u>экологические риски</u> в ландшафтах РФ – добыча алмазов в Архангельской области; утилизация отходов животноводческих комплексов; разработка руды на «Курской магнитной аномалии»; добыча торфа близ г. Шатуры.
10	Применение метода сорбционных лизиметров в эко-геохимических изысканиях при диагностике <i>загрязнения почв</i> в водоохраных зонах рек, водохранилищ и озер.
11	Технология подготовки сорбционных лизиметров и их установка в почвенном профиле при изучении водной миграции ксенобиотиков.
12	Экологическая оценка цунами и ураганов в связи с динамикой и новым трендом климата Земли; влияние на почвенный покров.
13	Методы экологических изысканий: применение при оценке экологических рисков в агроландшафтах Подмосковья.
14	Сопряженная оценка неблагоприятных геодинамических процессов в береговой зоне морей (роль почвообразующих пород, как сдерживающего фактора, в развитии оползней, цунами, карста); изменение почвенного покрова.
15	Фациальные экологические функции почв; риски и охрана почв.

16	Эко-геохимическая оценка «кислотных» дождей в трансформации веществ почвенных барьеров миграции на примере почв зоны тайги.
17	Эко-геохимическая характеристика факторов и процессов деградации сорбционных барьеров миграции в ландшафтах таежной зоны РФ.
18	Экологическая оценка и новизна понятий «химической» (почвенной), «биогенной» (экологической) и «техногенной» кислотности в таежном ландшафте и почвах подзолистого типа.
19	Экологические функции компонентов водорастворимых органических веществ с кислотными свойствами в ландшафтах таежной зоны: мобилизация, трансформация и миграция веществ в почвах.
20	Экологическая оценка действия отходов карьеров, шахт и рудников на почвенный покров и поверхностные воды.
21	Биосфера и ее основные экологические функции; риски в биосфере.
22	Рациональное использование водных ресурсов. Утилизация сточных вод. Управление водными ресурсами Подмосковья.
23	Экологические риски в аграрно-промышленном производстве и их влияние на почвенный покров и поверхностные воды.
24	Экологические последствия деятельности тяжелой индустрии на почвы, поверхностные воды и атмосферу.
25	Применение метода сорбционных лизиметров для оценки масштаба миграции водорастворимых токсикантов в почвах тайги РФ.
26	Экологическая оценка почв и экологические риски для биоты в районе залегания геохимических аномалий – Якутия, Урал, Карелия, острова дельты реки Северной Двины (по выбору).
27	Экологические особенности почв агроландшафтов таежной зоны - полевых, луговых, садово-огородных, селитебных, пастбищных, их охрана и рациональное использование.
28	Экологическая оценка болот Подмосковья: риски, рациональное использование и охрана.
29	Экологические особенности некоторых техногенных ландшафтов Подмосковья (на примере Воскресенского или другого района) и их воздействие на агроландшафты.
30	Экологические (ресурсные) функции педосферы Земли на глобальном уровне; взаимосвязь почв и качества поверхностных вод.
31	Экологический анализ каскадного геохимического ландшафта в таежной зоне при диагностике водной миграции экотоксикантов.
32	Экологическая оценка почв и качества вод реки Волга; роль эрозии в ухудшении водности и качества речной воды.
33	Экологическая характеристика поверхностных вод Рыбинского водохранилища и его влияние на почвенный покров.
34	Комплексная (эколого-геохимическая) оценка зон химического загрязнения почв и ландшафтов: параметры загрязнения и оценка мигрантов. Прогноз развития ситуации в Подмосковье.
35	Применение метода хроматографии в экологических исследованиях;

	оценка качества и экологической безопасности вод курортных зон, расположенных на побережье южных морей России (Азовское, Черное).
36	Локальные особенности загрязнения атмосферы и ее взаимосвязь с почвами и биотой (снеговая съемка в селитебных ландшафтах).
37	Перспективы совершенствования регионального и локального мониторинга почв в ландшафтах: биосферные заповедники, парки.
38	Парниковый эффект, нарушение озонового слоя Земли – воздействие на почвы и аграрные экосистемы.
39	Экологическая оценка современного состояния болотных ландшафтов Шатурского района Подмосковья; роль переосушения болот.
40	Факторы и процессы почвообразования, определяющие загрязнение природных вод в ландшафтах таежной зоны.
41	Комплексные барьеры миграции в ландшафтах: методы изучения и практическое значение в почвоведении и экологии.
42	Организация стационарных почвенно-экологических исследований: принципы, методы и анализ фактических данных.
43	Процессы глее – и подзолообразования как факторы трансформации и миграции веществ (в т.ч. токсикантов) в почвах подзолистого типа.
44	Оценка и экологическая роль водохранилищ в ландшафтах тайги.
45	Аридизация климата и опустынивание ландшафтов степей России.
46	Роль процессов засоления в трансформации черноземов лесостепи: охрана черноземов и природопользование.
47	Значение социально-экологических факторов в развитии и трансформации почв и агроландшафтов Подмосковья.
48	Экологические риски в ландшафтах, связанные с антропогенезом.
49	Экологическая взаимосвязь почвенного покрова и вод суши.
50	Экологическая оценка «чистых» и «занятых» паров в лесостепной зоне России; экологические риски при использовании «чистых» паров.

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ (ГЛОССАРИЙ)

**Адаптация** – совокупность морфофизиологических, поведенческих, популяционных и иных особенностей живых организмов, обеспечивающая им возможность жизни в экстремальных условиях внешней среды.

**Ареал** – область распространения на земной поверхности тех или иных видов (родов, семейств) животных и растений.

**Биоиндикаторы** – организмы, с помощью которых можно выявить неблагоприятные естественные (или антропогенные) процессы, или наличие определенных загрязнителей в воде или в почве.

**Биоиндикация** – оценка состояния среды или природных экосистем с помощью живых объектов, где живые объекты (или системы) – это клетки, организмы, популяции, сообщества.

**Биологическая система** (в широком смысле) – совокупность функционально связанных тканей, органов, их частей и процессов, объединенных в целое для достижения биологически значимого результата; биологический объект может одновременно выступать:

- как целостная биологическая система;
- как подсистема биологической системы более высокого уровня.

**Биосфера Земли** – область активной жизни, охватывающая нижнюю часть атмосферы, гидросферу, верхнюю часть литосферы, почвенный покров и биоту. В биосфере живые организмы (живое вещество) и места их обитания (ландшафты, экосистемы...) неразрывно связаны и активно взаимодействуют друг с другом миллионы лет. В результате образовалась неравновесная, но устойчивая и динамичная мегасистема. Термин «биосфера» введен в 1875 году немецким специалистом Э. Зюссом. Учение о биосфере, как об активной и своеобразной оболочке Земли, в которой роль живых организмов проявляется на уровне планетарного геохимического фактора, создано В.И. Вернадским (1924-1926гг.) в эмиграции: здесь он читал лекции в Сорбонском университете. Создавая учение о биосфере, В.И. Вернадский заложил основы учения о ноосфере – сфере разумной деятельности человеческой популяции на Земле. Однако почти все постулаты его концепции пока остаются невыполнимыми. Он прогнозировал экологическую катастрофу, если промышленная деятельность человечества не будет выполняться по определенным правилам. Пока негативные прогнозы В.И. Вернадского сбываются. Но биосфера может и сама «защищаться» от человеческой популяции.

**Биотестирование** – деятельность по изучению в лабораторных условиях влияния компонентов окружающей среды на биотесты.

**Биотесты** – стандартизованные биообъекты, по изменению состояния которых судят о свойствах того или иного компонента природной среды, в т.ч. влиянию на здоровье человека и функционирование экосистем.

**Геоботаника** – наука о растительном покрове Земли; большинство отечественных ученых включает в геоботанику фитоценологию и ботаническую географию; иногда синоним фитоценологии.

**Загрязнение экосистем** – привнесение в ландшафты или возникновение в них новых, обычно не характерных для нее физических, химических, информационных и биологических компонентов в количестве, превышающем естественный среднесуточный уровень и нарушающем равновесие экосистем, их продуктивность и качество.

**Импактное загрязнение** (синоним **локальное загрязнение**) – загрязнение небольшого региона (обычно вокруг промышленного предприятия, населенного пункта, вдоль автотрасс).

**Кислотные дожди** – (кислые дожди), характеризуются повышенным содержанием анионов сильных минеральных кислот (в основном серной); величина рН достигает величин 3,2-4,5. Образуются при взаимодействии атмосферной влаги с транспортно-промышленными выбросами (главным образом оксидов серы, а также азота и галогенов). Вредно действуют на здоровье людей, растительный и животный мир, строительные сооружения и железобетонные конструкции; подкисляют почвы и водоемы. Распространены в промышленных районах США, стран Западной Европы, России и др. Кислотные осадки могут накапливаться в твердых атмосферных осадках (снег, град, изморозь).

**Космополиты** – виды (роды, семейства) растений и животных, обитающие по всему (или почти по всему) земному шару; космополитами являются, например, злаки, воробьиные птицы; космополитов противопоставляют эндемикам.

**Ксенобиотики** – чужеродные для организмов и биосферы соединения (промышленные загрязнения, пестициды, препараты бытовой химии, лекарственные средства...); попадая в окружающую среду в значительных количествах, могут воздействовать на генетический аппарат организмов, вызывать их гибель, нарушать равновесие природных процессов в биосфере. Эти вещества не характерны для биогеохимического круговорота веществ.

**Мониторинг** – наблюдение за состоянием окружающей среды (атмосферы, гидросферы, почвенно-растительного покрова, а также техногенных систем) с целью ее контроля, управления, прогноза и охраны; различают глобальный, региональный и локальный уровни мониторинга. Методы мониторинга изложены в курсе «Методы экологических исследований», И.М. Яшин с соавт., 2000.

**Окружающая среда** (природная среда, окружающая природная среда) – внешняя часть условий любой среды по отношению к биосистемам, экосистемам, человеческому обществу и его хозяйственной деятельности; природная среда есть совокупность природных и незначительно измененных человеком условий окружающей среды. Термин заимствован из английской литературы. Он используется в разговорной форме и не несет географической нагрузки: таксономически не обоснован. Лучше применять термин «ландшафт».

**Парцелла** – структурная часть горизонтального расчленения фитоценоза (или биогеоценоза), охватывающая всю его толщу и выделяемая по плотности видов растений, животных и особенностям микросреды обитания.

**Поллютант** – загрязнитель – вещество, загрязняющее окружающую среду (антропогенное загрязнение).

**Популяция** – совокупность особей одного вида, длительно занимающая определенное пространство и воспроизводящая себя в течение большого числа поколений.

**Предельно допустимая концентрация вещества в окружающей среде (ПДК)** – максимальное количество вредного вещества в единице объема или массы, которое при ежедневном воздействии в течение длительного времени не вызывает каких-либо болезненных изменений в организме человека; является *гигиеническим критерием* при оценке санитарного состояния *атмосферного* воздуха, водоемов, продуктов питания и т. Д.); в Российской Федерации устанавливается для каждого вредного вещества. Для почв и ландшафтов ПДК пока не обоснованы и условны.

**Предельно допустимый сброс (ПДС)** – масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению в установленном режиме в данном пункте в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте.

**Растения-концентраторы** – растительные объекты, способные в процессе своего роста и развития к накоплению из окружающей их среды определенных химических элементов и их соединений.

**Рудеральные виды** – т.е. буквально «мусорные», травы типичны для свалок, пустырей, обочин дорог и аналогичных мест, обычно бурно зарастающих т.н. бурьяном.

**Синузия** – структурная часть фитоценоза, одноярусная группировка растений в пределах фитоценоза, сформированная в определенных экологических условиях, территориально компактная или разобшенная, с наличием взаимоотношений между компонентами или без них; *в лесах умеренного пояса* несколько синузий: ярусные (деревья, кустарники), кустарнички, травянистый покров, эпифитные (лишайники, мхи на деревьях), почвенные животные.

**Сообщество** – система совместно живущих в пределах некоторого естественного объема пространства автотрофных и гетеротрофных организмов.

**Стенобионты** – животные и растения, способные существовать лишь при относительно постоянных условиях окружающей среды (температуры, солености, влажности, наличия определенной пищи и т.д.); например, все внутренние паразиты; некоторые стенобионты зависят от какого-либо одного фактора, например, сумчатый медведь коала – от наличия эвкалипта, листьями которого он питается; противоположность – эврибионты.

**Стенотопные организмы** – растения и животные, живущие только в определенных местообитаниях, например, песчаная акация – только в пустынях.

**Стресс** – состояние напряжения организма – совокупность физиологических реакций, возникающих в живом организме в ответ на воздействие различных исключительно благоприятных или неблагоприятных факторов; также состояние экосистемы, испытывающей напряжение вследствие действия повреждающих факторов, нарушающих ее вещественно-энергетический баланс.

**Таллом** – (гр. Таллос – ветвь), слоевище – вегетативное тело водорослей, слизевиков, грибов, лишайников, некоторых моховидных. Не имеет расчленения на органы (стебель, лист, корень) и настоящих (дифференцированных) тканей.

**Тест-объекты** – стандартизированные объекты, которые подвергаются пробным воздействиям, по результатам их выполнения судят о каких-либо явлениях, для которых установлены данные тесты.

**Тест-организмы** (см. биотесты).

**Токсиканты** – ядовитые вещества.

**Токсикологическая оценка** – совокупность испытаний, позволяющая установить с помощью определенных критериев, принятых в токсикологии, степень опасности (или безопасность) для человека и других живых организмов исследуемого вещества.

**Токсичность сред** – наличие в элементах сред токсичных агентов в концентрациях, вредных для живых организмов.

**Токсичность** – способность некоторых химических соединений и веществ биологической природы оказывать вредное действие на организм человека, животных и растений.

**Толерантность** – способность организма переносить неблагоприятное влияние того или иного экологического фактора.

**Тяжелые металлы** – Тяжелые металлы – химические элементы с атомной массой свыше 50 а.е.м.: свинец, кадмий, ртуть, цинк, молибден, марганец, никель, олово, титан, кобальт, медь, ванадий и другие, содержащиеся в компонентах ландшафтов в химически активных формах.

**Фактор экологический** – причина, движущая сила какого-либо процесса, явления, определяющая его характер или отдельные его черты, есть динамичная часть условий ландшафта.

**Фитоиндикаторы** – растительные объекты, по состоянию или количеству которых судят о свойствах окружающей среды.

**Фитоиндикация** – биоиндикация, использующая в качестве биообъектов растения.

**Индикатор** – физическое явление, химическое вещество или организм, наличие, количество или перемена состояния которого указывает на характер или изменение свойств окружающей их среды.

**Фитотоксичность** – свойство некоторых химических веществ нарушать нормальное течение физиологических процессов в растительных

сообществах, а также свойство компонентов ландшафтов, содержащих эти экотоксиканты.

**Эврибионты** – организмы, способные переносить значительные изменения условий окружающей среды, например, морские звезды, обитающие в приливно-отливной зоне (литорали), переносят осушение во время отлива, сильное нагревание – летом, охлаждение (даже промерзание) – зимой. Противоположность – стенобионты.

**Эвритопные организмы** – растения и животные, живущие в местах с разнообразными условиями обитания; например, тростник обыкновенный – по берегам водоемов, в воде, на солонцах и солончаках, обыкновенный хорек – на полях, лугах, лесных полянах.

**Экологическая ниша** – совокупность всех факторов природной среды, в пределах которых возможно существование того или иного вида организмов; к таким факторам относится не только положение вида в пространстве (его местообитание), но также его взаимоотношения с другими видами (конкуренция за пищу, наличие врагов и т.п.).

**Экологическая пластичность** – степень (амплитуда) выносливости организма или сообщества к воздействию факторов среды.

**Экологическая экспертиза** – оценка воздействия на среду жизни, природные ресурсы и здоровье людей комплекса хозяйственных нововведений в масштабах избранного региона.

**Экологические условия** – совокупность прямых и обратных связей, включающие потоки вещества, энергии, информации, которыми биосистемы взаимодействуют друг с другом и абиотической средой, и которые определяют возможность выполнения данной биосистемой определенных функций на различных уровнях их организации.

**Экологический гомеостаз** – состояние внутреннего динамического равновесия природных систем, поддерживаемое регулярным возобновлением основных ее структур, вещественно-энергетического состава и постоянной саморегуляцией ее компонентов.

**Экосистема** – природный территориальный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания (атмосфера, почва, водоем и т.п.), в котором живые и косные компоненты связаны между собой обменом вещества и энергии; понятие экосистема применяется к природным объектам различной сложности и размеров: океан или небольшой пруд, тайга или участок березовой рощи; термин «экосистема» ввел английский ученый А. Тенсли (1930г.); нередко термины «экосистема» и «биогеоценоз» употребляют как синонимы, но это не так. Экосистема не картографируется (пока нет таксономического деления), но удобна при изучении трофических уровней (пищевых цепей).

**Экотип** – группа однородных популяций в пределах одного и того же вида, у которых в процессе приспособления к условиям местообитания выработались наследственно закрепленные морфологические, физиологические, биохимические и другие особенности.

**Учебное издание**

**Экология и охрана почв  
Рабочая тетрадь**

**Иван Михайлович Яшин,  
Илья Сергеевич Прохоров,  
Евгений Борисович Таллер**

Научный редактор – профессор Яшин И.М.  
Компьютерный набор – Яшина М.И.

**Отпечатано с готового оригинал-макета.**

**Использование материала тетради - только с разрешения редактора.**

---

ИД № от 17.02.2016

Подписано в печать 17.02.16

Гарнитура «Таймс» Бумага офсетная

Усл. печ.л. 4,5

Тираж 200 экз.

Уч.-изд.л.

Изд. № 36

Печать офсетная

Усл. кр.-отг.

Заказ №

---

АНО «Издательство МСХА»  
127550, Москва, ул. Тимирязевская, 44