

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГАОУ ВО "Новосибирский национальный  
исследовательский государственный университет"**

**Факультет естественных наук**

УТВЕРЖДАЮ



Декан ФЕН НГУ, профессор

Резников В.А.

« 29 » августа 2014 г.

**Химия почв**

Программа специального курса

Направление подготовки  
**020100.68 Химия**

Магистерская программа  
**Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность**

Квалификация (степень) выпускника  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

Курс 1-й, II семестр  
Учебно-методический комплекс

УМК подготовлен в рамках реализации Программы развития НИУ-НГУ при поддержке ГК № 16.512.11.2160

© Новосибирский государственный университет, 2014

## *Содержание:*

Аннотация рабочей программы	3
1. Цели освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре ООП	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Химия почв»:	5
4. Структура и содержание дисциплины	6
Рабочий план	7
Программа курса лекций	8
I. Введение в Химию почв: объект, предмет, разделы и методы.	9
II. Учение о химическом составе почв: элементный и фазовый состав почв, твердая, жидкая и газообразная фазы, взаимодействие фаз.	9
III. Учение о строении и свойствах почвенных компонентов: простые соли, оксиды, гидроксиды, глинистые минералы, органические и органо-минеральные вещества в почвах.	11
IV. Учение о свойствах почв: поглотительная способность, коллоидно-химические свойства, окислительно-восстановительные реакции и режимы, равновесие в системе фаз.	12
V. Учение об охране почв.	12
5. Образовательные технологии	13
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.	13
Рекомендованная литература.	14
Примеры тестов, используемых для блиц-тестирования.	15
Вопросы на контрольных работах и дифференцированном зачете	19
7. Дополнительный материал, используемый при самостоятельной работе	19
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	27
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	27

## Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Химия почв» относится к вариативной части (специализированная магистерская программа) профессионального (специального) цикла ООП по направлению подготовки «020100.68 Химия» (магистр химии), МП «Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность».

Дисциплина реализуется кафедрой химии окружающей среды на факультете естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ).

Содержание дисциплины охватывает основной круг вопросов, связанных с познанием роли почв, функционирования их в биосфере и антропосфере, а также с проблемой прогнозирования поведения почв в меняющейся природной обстановке в объемах, необходимых для современного ученого-химика-эколога.

Дисциплина предназначена для повышения эколого-химической грамотности и развития структурного стиля мышления у студентов-химиков, нацелена на формирование у выпускника профессиональных компетенций: ПК-1, ПК-2.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, блиц-тестирование на каждой лекции, контрольные работы, консультации, самостоятельная работа студента, в том числе выполнение домашних заданий.

Результатом прохождения дисциплины является итоговая оценка по пятибалльной шкале (дифференцированный зачет).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2,0 зачетные единицы, 72 академических часа. Программой дисциплины предусмотрены 32 часа лекционных, 6 часов на контрольные работы и дифференцированный зачет, а также 34 часа самостоятельной работы магистрантов, в том числе выполнения домашних заданий.

## 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Химия почв» имеет своей целью формирование у магистрантов профессиональных научно-исследовательских навыков по использованию современных знаний и структурного стиля мышления за счет теоретического и практического усвоения:

- 1) представлений о сложности химического состава почв, специфики процессов и химических реакциях, происходящих в почве с участием ее минеральных и органических составляющих, а также новых методологических подходов к изучению химического состояния почв;
- 2) вопросов, связанных с реализацией почвой своих глобальных и экосистемных функций, зависящих от химического состава и свойств почв;
- 3) основ причин и последствий нарушений химического состава и свойств почв при антропогенном воздействии;
- 4) принципов, методов и критериев оценки степени воздействия различных экзогенных химических соединений на почвы и основ почвенно-химического мониторинга;
- 5) вопросов, связанных с химическим загрязнением и охраной почв.

В рамках курса даются базовые знания по теоретическим основам химии почв, рассматриваются основные понятия, принципы и методы химии почв, дается интерпретация основных химических процессов и закономерностей. На лекциях разбираются наиболее важные и распространенные проблемы специфичности явлений, процессов и компонентов в химии почв, важнейшие структурные особенности минеральных, органических и органо-минеральных составляющих, а также обусловленность специфичности экологическими условиями формирования почв.

Основной целью освоения дисциплины является формирование навыков применения полученных знаний для теоретических обобщений и разработок оптимальных решений прикладных задач в рамках химии окружающей среды, а также активного использования их в своей научно-исследовательской работе.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Химия почв» относится к вариативной части (специализированная магистерская программа) профессионального (специального) цикла ООП по направлению подготовки «020100 Химия», МП 020100.68.10 «Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность», уровень подготовки – «магистр химии».

Учебный курс «Химия почв» опирается на следующие дисциплины данной ООП:

- Геохимия (геохимия систем и элементов)
- Аналитическая химия природных объектов (аналитические и инструментальные методы, применяемые в практике экологических исследований, в том числе отвечающих мировому уровню; изучение временной и пространственной динамики загрязнений от антропогенных источников различных типов).
- Экологическая биохимия (адаптационные процессы взаимодействия живых организмов с химическими факторами внешней среды, в том числе почвами)
- Общая экология (теоретические аспекты)

Результаты освоения дисциплины «Химия почв» используются в дальнейшем при подготовке магистерских работ

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Химия почв»:**

#### **профессиональные компетенции:**

- наличие представления об актуальных направлениях исследований в современной теоретической и экспериментальной химии (синтез и применение веществ в наноструктурных технологиях, исследования в критических условиях, химия жизненных процессов, химия и экология и другие) (ПК-1);
- знание основных этапов и закономерностей развития химической науки, понимание объективной необходимости возникновения новых направлений, наличие представления о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, форм и методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков (ПК-2);

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

- иметь представление о современных теоретических положениях химии почв, об основных химических процессах и реакциях, происходящих в почве; об экологических функциях почв, связанных с их химическими и физико-химическими свойствами и нарушениях этих функций при химическом загрязнении и их последствиях, об обусловленности химических свойств и процессов в почвах экологическими условиями их формирования и функционирования.
- знать основные особенности и закономерности строения органических и неорганических веществ почв и их отличие от веществ других классов природных соединений;
- уметь разбираться (читать) структурные данные, иметь представление о связях структуры с физико-химическими свойствами и применять полученные знания на практике для предсказания и понимания свойств почв и их поведения в природной обстановке.
- уметь организовывать и проводить исследования, направленные на оценку химических свойств и процессов в почве, также выбирать наиболее подходящие для этого методы анализа, обработки и представления информации, обосновывать необходимость проведения комплекса исследований в контексте экологического состояния объекта;
- владеть навыками оценки химико-экологического состояния почв и обоснованиями прогнозов их поведения в меняющейся естественным и антропогенным путем природной обстановке

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекция	Лабор. работа	Самост. работа	Контр. работа	Зачет		
1	Введение в Химию почв	2	1	2	0	1				
2	Химия почв: объект, предмет, разделы и методы	2	2	2	0	1				Блиц- тестирование
3	Учение о химическом составе почв: элементный состав.	2	3	2	0	1				Блиц-тестирование
4	Учение о химическом составе почв: фазовый состав. Почва как многофазовая система	2	4	2	0	1				Блиц- тестирование
5	Учение о химическом составе почв: твердая фаза почвы.- минеральная часть	2	5	2	0	1				Блиц- тестирование
6	Учение о химическом составе почв: твердая фаза почвы.- органическая часть	2	6	2	0	1				Блиц- тестирование
7	Учение о химическом составе почв: жидкая фаза почвы	2	7	2	0	1				Блиц- тестирование
8	Учение о химическом составе почв: газовая фаза почвы	2	8	2		2	1			Контрольная работа
9	Учение о строении и свойствах почвенных компонентов Простые соли, оксиды, гидроксиды	2	9	2	0	1				Блиц- тестирование
10	Учение о строении и свойствах почвенных компонентов глинистые минералы	2	10	2		2	1			Блиц- тестирование
11	Учение о строении и свойствах почвенных компонентов : органические вещества	2	11	2	0	1				Блиц- тестирование
12	Учение о строении и свойствах почвенных компонентов : органо-минеральные вещества в почвах	2	12	2	0	2	1			Контрольная работа
13	Учение о свойствах почв.: поглотительная способность, коллоидно-химические свойства	2	13	2	0	1				Блиц- тестирование
14	Учение о свойствах почв: Окислительно-восстановительные реакции и режимы	2	14	2	0	1				Блиц- тестирование
15	Учение о свойствах почв, равновесие в системе фаз	2	15	2	0	2	1			Контрольная работа
16	Антропогенная деградация почв, химическое загрязнение и охрана почв	2	16	2	0	1				Блиц- тестирование
						14		2		<b>Дифференцированный зачет</b>
	Итого: 72 ч			<b>32</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>4</b>	<b>2</b>		

## Рабочий план

	Неделя	Темы занятий
Введение в химию почв	<b>ФЕВРАЛЬ</b> 1-я неделя	Введение в Химию почв
	2-я неделя	Химия почв: объект, предмет, разделы и методы
Учение о химическом составе почв	3-я неделя	Учение о химическом составе почв: элементный состав.
	4-я неделя	Учение о химическом составе почв: фазовый состав. Почва как многофазовая система
	<b>МАРТ</b> 1-я неделя	Учение о химическом составе почв: твердая фаза почвы.- минеральная часть
	2-я неделя	Учение о химическом составе почв: твердая фаза почвы.- органическая часть
	3-я неделя	Учение о химическом составе почв: жидкая фаза почвы
	4-я неделя	Учение о химическом составе почв: газовая фаза почвы
Учение о строении и свойствах почвенных компонентов	<b>АПРЕЛЬ</b> 1-я неделя	Учение о строении и свойствах почвенных компонентов Простые соли, оксиды, гидроксиды
	2-я неделя	Учение о строении и свойствах почвенных компонентов глинистые минералы
	3-я неделя	Учение о строении и свойствах почвенных компонентов : органические вещества
	4-я неделя	Учение о строении и свойствах почвенных компонентов : органо-минеральные вещества в почвах
Учение о свойствах почв	<b>МАЙ</b> 1-я неделя	Учение о свойствах почв: поглотительная способность, коллоидно-химические свойства
	2-я неделя	Учение о свойствах почв: Окислительно-восстановительные реакции и режимы
	3-я неделя	Учение о свойствах почв, равновесие в системе фаз
Учение об охране почв	4-я неделя	Антропогенная деградация почв, химическое загрязнение и охрана почв. Дифференцированный зачет

## **Программа курса лекций**

### **Раздел I. Введение в химию почв**

#### **Тема 1. Введение**

Почва как биосферное образование, ее происхождение как естественно-исторического тела в процессе становления биосферы.

Почва как природное тело, ее строение, морфологические свойства, являющиеся отражением совокупности элементарных процессов почвообразования и внутреннего химико-биологического состояния. Разнообразие почв, модели их формирования (моногоенетическая, полигенетическая, сингенетичная, турбационная и др.), связь свойств почв с условиями их формирования. Понятие о факторах и экологических условиях почвообразования.

Почва как система, взаимодействие компонентов, целостные свойства и способность к саморегуляции.

Учение о функциях почв – современный подход к оценке роли почв в биосферных процессах. Глобальные (литосферные, гидросферные, атмосферные и общебиосферные) и экосистемные функции почв, особенности функций, обеспечивающихся химическими и физико-химическими свойствами почв. Участие химического состояния почв и протекающих в них процессов в обеспечении устойчивости экосистем и биосферы в целом, а также в реализации информационной и меморатной функций почв. Основные методологические подходы и принципы изучения почвенных свойств и процессов. Экология и химия почв: взаимосвязь.

**Тема 2. Химия почв** как раздел почвоведения и одна из наук, лежащих в основе охраны окружающей среды. Объект, предмет и методы химии почв. Задачи химии почв в рамках решения проблем охраны окружающей среды и природопользования. Химия почв как основа решения практических задач химической мелиорации почв, повышения плодородия и охраны почв от химического загрязнения.

Главные разделы химии почв: учение о химическом составе почв, учение о строении и свойствах почвенных компонентов, учение о свойствах почв, учение об охране почв.. Главные направления химии почв: химия почвенной массы, химия почвообразовательных процессов; химические основы плодородия почв; функции почв, контролируемые и/или обусловленные химическими свойствами почв и химическими реакциями, протекающими в почвах; аналитическая химия почв. Главные компоненты почв и участие их в процессах биосферы.

Химия почвенной массы как совокупность трех учений: учения о химическом составе почв (элементный и фазовый состав, состав твердых фаз, состав жидких фаз, состав газовой фазы), учения о строении и свойствах почвенных компонентов (простые соли; оксиды и гидроксиды; глинистые минералы; органическое вещество; органо-минеральные вещества) и учения о свойствах почвы (поглощительная способность, реакция среды, коллоидно-химические свойства; окислительно-восстановительные реакции и режимы; равновесие в системе фаз).

Химические особенности почв: полихимизм; гетерогенность и полидисперсность; непрерывность протекания органо-минеральных взаимодействий; динамичность почвенных процессов; пространственная неоднородность химической основы почв, отражающаяся на протекании химических процессов; неравновесность состояний и термодинамическая необратимость процессов

### **Раздел II. Учение о химическом составе почв**

#### **Тема 3. Учение о химическом составе почв: элементный и фазовый состав почв.**

Понятие элементного состава почв. Интервалы содержания разных элементов в почвах. Основные группы элементов по абсолютному содержанию в почвах: макроэлементы, переходная группа элементов, микро- и ультрамикроэлементы. Элементы-биофилы, педоморфные (конституционные) элементы. Макроэлементы и их роль в формировании



химического состава почв и их свойств. Микроэлементы и формы их соединений в почвах. Биогеохимические провинции. Функции микроэлементов в почвах и экосистемах. Понятие о рассеянных элементах. Распределение рассеянных элементов в педосфере.

Зависимость элементного состава почв от химического и минералогического состава почвообразующих пород. Отличие почв от среднего элементного состава литосферы.

Способы вычисления и представления элементного состава почв, информационная значимость процентного содержания оксидов и элементов, мольных долей, весовых и мольных отношений элементов и их оксидов. Особенности элементного состава органо-генных и песчаных почв. Значение элементного состава в реализации почвами глобальных и экосистемных функций.

Почва как многофазная система. Твердые жидкие и газообразные фазы в почвах, их составляющие, взаимодействия и способность к саморегуляции. Фазовые равновесия в почвах. Роль отдельных фаз почвы в формировании глобальных и экосистемных функций почв.

**Тема 5. Учение о химическом составе почв – твердые фазы почвы:** минеральная часть и органическая часть.

Состав **минеральной части** твердой фазы почв, его зависимость от химического и минералогического состава почвообразующих пород. Типы горных пород, способность к выветриванию, условия, влияющие на скорость выветривания, механическое, биологическое и химическое выветривание, стадии химического выветривания. Первичные минералы и их состав. Кристаллические структуры порообразующих минералов. Координационное число. Вторичные минералы, их состав и свойства. Основные реакции, протекающие при образовании вторичных минералов: гидратация, гидролиз, растворение, окисление-восстановление. Возможные стадии превращения первичных минералов во вторичные. Глинистые минералы почв, их состав и содержание в некоторых широко распространенных типах почвообразующих пород.

Минералогический и гранулометрический состав твердой фазы почвы. Минеральные новообразования в профиле почвы – пленки, землистые массы, корочки, кристаллы, конкреции.

**Органическое вещество почв как составная часть твердой фазы почв..** Номенклатура и характеристика органического вещества почвы: органическое вещество, гумус, гуминовые кислоты, фульвокислоты, гиматомелановые кислоты, гумин, органо-минеральные соединения, специфические и неспецифические почвенные органические вещества. Соотношение специфических и неспецифических органических веществ в почвах. Вклад неспецифических органических соединений в пул почвенного органического вещества. Источники поступления органических веществ в почву. Роль органических веществ почв в глобальном цикле углерода, процессы фоссилизации. Трансформация органического материала, минерализация и гумификация. Содержание, запасы и распределение гумуса в основных типах почв, влияние на химические свойства твердой фазы почв и реализацию функций, контролируемых этой почвенной фазой.

**Тема 5. Учение о химическом составе почв:** жидкая и газовая фазы почвы. **Жидкая фаза почвы:** – почвенная вода, содержащая растворенные соли, органо-минеральные и органические соединения, газы, а также тончайшие коллоидные золи и представляющая собой почвенный раствор. Вода – особая физико-химическая активная система, обеспечивающая многие физические, физико-химические процессы, а также перемещение веществ в пространстве. Категории или формы почвенной воды (твердая или лед, химически связанная или кристаллогидратная, парообразная, физически связанная или сорбированная и свободная). Роль их в формировании жидкой фазы почв. Участие атмосферных осадков и грунтовых вод в формировании жидкой фазы почв. Методы выделения и изучения почвенного раствора. Состав почвенного раствора и факторы его определяющие. Растворимость солей и газов. Свободные ионы, ионные пары и ассоциаты. Активность ионов

и солей в почвах. Ионная сила и коэффициенты активности ионов щелочных и щелочноземельных металлов в почвенных растворах различной степени минерализации. Прямое определение в почвах активности ионов с помощью ион-селективных электродов.

**Газовая фаза почвы: почвенный воздух и его формы** (свободный, защемленный, адсорбированные и растворенные газы). Состав газовой фазы почвы. Факторы, определяющие состав газовой фазы почвы. Методы анализа почвенной газовой фазы. Расчет количества адсорбированных газов. Уравнение Ленгмюра. Расчет количества растворенных газов. Уравнение Генри. Воздухообмен и условия его определяющие. Макрогазы и микрогазы. Динамика газового состава почв (суточная, сезонная, годовая, многолетняя)

### **Раздел III. Учение о строении и свойствах почвенных компонентов**

**Тема 6. Учение о строении и свойствах почвенных компонентов.** Простые соли, оксиды и гидроксиды; глинистые минералы; гумусовые вещества почв; органо-минеральные вещества.

**Простые соли** – вторичные минералы (кальцит  $\text{CaCO}_3$ , магнезит –  $\text{MgCO}_3$ , доломит –  $\text{Ca, Mg}(\text{CO}_3)_2$ , гипс –  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  и др.); оксиды и гидроксиды железа, алюминия, кремния, щелочных и щелочноземельных металлов. Соли в почвах. Солевой состав почв разных условий формирования. Участие простых веществ в функциях почв, обусловленных и контролируемых химическими свойствами.

**Глинистые минералы.** Выветривание и стабильность минералов. Глинистые минералы как наиболее тонкодисперсные и химически активные вещества почв. Причины высокой химической активности глинистых минералов в почвах. Строение кристаллических решеток, свойства и происхождение отдельных групп глинистых минералов, их в реализации основных биосферных и экосистемных функций почвами, в том числе – почвенном плодородии. Понятие изовалентного и гетеровалентного изоморфизма. Высокодисперсные минералы глин – гипергенные силикаты (каолинит, метагалаузит, гидрослюды, монтмориллонит, оксиды и гидроксиды железа, алюминия, рентеноаморфные вещества. Образование, трансформация, разрушение и перераспределение глинистых материалов в почвах. Состав глинистых минералов в некоторых широко распространенных типах почвообразующих пород и почв.

**Органические вещества** как почвенный компонент. Неспецифические органические вещества в почвах, их состав, строение и свойства. Гумусовые кислоты – особый класс органических соединений с переменным составом. Признаки идентификации гумусовых веществ, их элементный состав, компонентный состав и гипотетические формулы строения. Фундаментальные свойства гумусовых веществ: нестехиометричность элементного состава, нерегулярность структуры, гетерогенность структурных единиц, полидисперсность молекулярных масс. Основные вопросы, связанные с гумусом почв, не имеющие удовлетворительного объяснения с позиций существующей парадигмы.

Два направления в изучении гумусовых веществ почв: химическое (состав, структура и реакционная способность) и экологическое (связь с условиями формирования и функционирования и реализация функций). Химический состав и реакционная способность отдельных компонентов гумусовых веществ: гуминовых кислот, фульвокислот и гуминов. Новые подходы к изучению гумусовых веществ, рассматривающие ее как саморегулируемую супрамолекулярную систему биомолекул. Система гумусовых веществ как память почвенных процессов и условий их формирования.

**Органо-минеральные вещества в почвах.** Первоначальные взгляды на состав органо-минеральных соединений: соединения с одновалентными и двухвалентными катионами почвенного раствора или поверхности глинистых минералов (гуматы натрия, калия, кальция и других элементов); соединения – продукты взаимодействия с водорастворимыми и коллоидальными формами полуторных окислов (несиликатными формами  $\text{R}_2\text{O}_3$ ); продукты взаимодействия с глинистыми минералами. Система гумусовых веществ почв как диссипативная органо-минеральная система. Природа связей гумусовых веществ с

минеральными компонентами: химические связи (валентные, невалентные и координационные ионная), межмолекулярные связи (поляризационная, индукционная, дисперсионная). Органо-минеральные соединения: простые гетерополярные соли, комплексно гетерополярные соли, сорбционные комплексы.

#### **Раздел IV Учение о свойствах почв**

**Тема 7. Учение о свойствах почв:** поглотительная способность, реакция среды, коллоидно-химические свойства, окислительно-восстановительные реакции и режимы, равновесие в системе фаз).

**Коллоиды и коллоидно-химические свойства почв.** Почвенные коллоиды: минеральные, органические и органо-минеральные. Факторы, от которых зависит состав и количество коллоидов в почвах. Свойства и строение мицеллы почвенных коллоидов. Коллоиды – базоиды, ацидоиды и амфолитоиды. Изоэлектрическая точка или изоэлектрический рН. Состояние почвенных коллоидов (гели и золи). Коагуляция, седиментация, пептизация. Ряд коагулирующей способности или лиотропный ряд. Гидрофильные и гидрофобные коллоиды в почвах.

**Поглотительная способность почв.** Понятие поглотительной способности почв. Виды поглотительной способности почв: механическая, физическая, химическая, физико-химическая и биологическая. Роль К.К. Гедройца в создании учения о поглотительной способности почв.

**Почвенный поглощающий комплекс** – носитель поглотительной способности почв. Основные характеристики почвенного поглощающего комплекса и его варьирование в связи с условиями почвообразования. Емкость поглощения или емкость катионного обмена (ЕКО). Зависимость ЕКО от содержания и состава минеральных и органических коллоидов. Пять стадий процесса обмена иона электролита с ионом сорбента. Эквивалентность обмена катионов между почвой и раствором. Скорость катионного обмена и его связь с внутридиффузионными процессами. Степень насыщенности почв основаниями, принципы ее расчета и ее различие в разных типах почв. Экологическое значение поглотительной способности почв.

**Реакция среды.** Кислотность (актуальная и потенциальная, обменная, гидролитическая) и щелочность (актуальная и потенциальная) почв, рН. Факторы, обуславливающие реакцию почв. Кислотно-основная характеристика почв. Буферность почв. Разные типы буферности. Буферность как один из механизмов саморегуляции почвы. Вклад минеральной и органической составляющих в буферность почв.

**Окислительно-восстановительные реакции** и процессы в почвах. Почва – сложная окислительно-восстановительная система. Характеристика частных окислительно-восстановительных систем. Окислительно-восстановительные равновесия в почвах. Компоненты почвы, способные к реакциям окисления-восстановления. Окислительно-восстановительный потенциал почв. Степени окисления минеральных, органических компонентов и гумусовых кислот. Роль кислорода, водорода, воды в создании окислительно-восстановительного потенциала почвы. Железо, азот, сера, медь, марганец, органические соединения и их состояние в почве в зависимости от окислительно-восстановительного потенциала. Окислительно-восстановительная емкость и буферность почв. Окислительно-восстановительное состояние почв разных условий формирования и функционирования. Роль ОВ процессов в почвообразовании и реализации почвами экологических функций.

**Равновесие в системе фаз.** Равновесие между твердой и жидкой фазами, между твердой и газообразной фазами, между жидкой и газообразной фазами. Роль буферности почв в регуляции равновесий в системе фаз. Устойчивость функционирования почв и равновесия в системе фаз.

#### **Раздел V. Учение об охране почв**

**Тема 8. Антропогенная деградация, химическое загрязнение и охрана почв.** Виды деградации почв: водная и ветровая эрозия, засоление, подщелачивание, подкисление,

заболачивание, физическое и химическое загрязнение. Загрязнение почв органическими токсикантами, неорганическими поллютантами (металлами и неметаллами). Источники поступления, формы существования, подвижность в почвенном слое, механизмы трансформации и поступления в растения загрязняющих веществ. Нарушение почвенных экологических функций при химическом загрязнении почв. Нормирование химических нагрузок на почвы. Виды нормирования: санитарно-гигиеническое, биогеохимическое, экологическое. Почвенно-химический экологический мониторинг: понятие, цели, задачи. Мониторинг источников загрязнения. Локальный, региональный, глобальный и фоновый мониторинг. Виды почвенно-химических показателей, информативных при экологическом мониторинге. Требования к методам определения почвенных показателей при проведении почвенно-химического экологического мониторинга. Роль почвенно-химического мониторинга при проведении экологической экспертизы. Рекультивация химически загрязненных почв.

## **5. Образовательные технологии**

### Виды/формы образовательных технологий.

Преподавание курса ведется в виде лекций. Начиная со второго занятия, в конце или начале проводится 15-минутное тестирование на усвоение материала предыдущей или текущей лекции, которое проводится в виде составления и обсуждения тестов, состоящих из вопроса и 4 ответов, один из которых правильный, или краткого ответа на один основной вопрос, или поиска соответствий термина и его определения («лото»).

Лекции ведутся в интерактивной форме, с проведением ролевых игр, решением ситуационных задач по ходу лекции, способствующих пониманию текущего и проверке усвоения предыдущего материалов.

Обратная связь с аудиторией обеспечивается тем, что лектор может оперативно влиять на ход лекции, отвечая на возникающие вопросы, совместно анализируя таблицы и схемы, позволяющие закрепить материал.

В случае возникновения у студента трудностей с усвоением лекционного материала предусмотрены также индивидуальные занятия во внеучебное время.

Стоит отметить, что преподаватель курса является действующим специалистом в области химии почв, заинтересованным в освоении студентами начальных основ этой дисциплины, а также вопросов, приближенных к практике научных исследований.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

### **Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Формой текущего контроля при прохождении дисциплины «Химия почв» является контроль посещаемости занятий, сдача заданий по блиц-тестированию и домашних заданий, написание контрольных работ.

Программой дисциплины предусмотрены:

Текущий контроль. При прохождении дисциплины «Химия почв» проводится контроль посещаемости занятий, 15-минутное тестирование на знание материала предыдущей лекции (на каждом занятии), сдача домашних заданий и написание контрольных работ.

Для того, чтобы быть допущенным к дифференцированному зачету, магистрант должен выполнить следующее:

- в ходе обучения посетить не менее 50 % занятий;
- сдать все задания по блиц-тестированию;
- написать на положительные оценки три контрольные работы.

В случае отсутствия на контрольной работе по уважительной причине (наличие медицинской справки) контрольную работу можно переписать в течение недели от окончания срока действия справки. Пропуск блиц-тестирования отрабатывается во

внеучебное время в индивидуальном порядке.

	Тема
<b>Контрольная работа № 1</b>	Элементный и фазовый состав почв.
<b>Контрольная работа № 2</b>	Химические свойства и строение почвенных компонентов.
<b>Контрольная работа № 3</b>	Химические свойства и режимы почв, равновесие в системе фаз

Задания для блиц-тестов оцениваются следующим образом:

Составление трех тестов в течение 10 минут и правильные ответы на них оцениваются на «отлично»;

- верные ответы на два вопроса оцениваются как «хорошо»;
- верный ответ на один вопрос оцениваются как «удовлетворительно»;
- в случае неправильных ответов ставится оценка «неудовлетворительно».

Всего в течение семестра студент должен сдать 12 заданий по блиц-тестированию, охватывающие материал такого же числа лекций.

Студент может получить бонусные баллы за быстрое, правильное и оригинальное решение задач «лото», т.е. нахождение соответствия термина и его определения.

В зависимости от результатов работы в течение семестра магистрант имеет право на получение оценки без экзамена (оценки-«автомата»). Для этого он должен:

- в ходе прохождения дисциплины посетить не менее 50 % занятий;
- написать две контрольных работы на оценку не ниже «удовлетворительно»;
- набрать по системе назначения баллов за результаты контрольных работ, блиц-тестирования и активность на занятиях не менее 60 % от максимально возможной суммы баллов.

Оценка-«автомат» выводится как средневзвешенная из полученных магистрантом баллов по результатам работы в семестре. Баллы складываются из оценок за блиц-тесты и контрольные работы (с весами 1 и 5 соответственно) и бонусов за активность на занятиях (полбалла). Максимальная сумма баллов – 100 и более; «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» соответствуют суммам 90, 80 и 60.

**Итоговый контроль.** Итоговую оценку за семестр магистрант может получить на дифференцированном зачете в конце семестра, где он имеет возможность либо повысить оценку, полученную им «автоматом», либо получить любую положительную (или неудовлетворительную) оценку в случае отсутствия у него «оценки-автомата» по результатам работы в семестре.

**Учебно-методическое обеспечение дисциплины:** при подготовке к лекциям и для самостоятельной работы магистранты могут использовать рекомендованные преподавателем литературные источники и Интернет-ресурсы, а также любую доступную справочную литературу, программное обеспечение и базы данных.

**Основные рекомендованные источники:**

Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. Химия почв М.: Высшая школа, 2005 (или другое издание этого учебника)

Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: Учеб. пособие для студентов хим., хим.-технол. и биол. специальностей и направлений вузов, М.: Высшая школа 2002.

Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв: функции почв. М: МГУ, 2006

Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. М.: Академический проект, 2007 (главы 6, 9, 10).

Карпачевский Л.О. Экологическое почвоведение. М.:ГЕОС, 2005 (главы 9–17)

Дергачева М.И., Каллас Е.В. Учение о гумусе почв: история и современное состояние. Новосибирск: Издательский дом «Окарина», 2014.– 174 с.

Дергачева М.И. Химия почв. УМК. Новосибирск, 2012.– 70 с.

### **Дополнительная рекомендуемая литература:**

- Воробьева Л.А. Химический анализ почв. М.:Изд-во МГУ, 1998
- Лессовая С.Н. Пособие по изучению глинистых минералов в почвах.СПб: Изд-во СПбГУ, 2007
- Введение в химию окружающей среды. Г.А.Заварзин (ред. ), М.:Наука, 2001.
- Возможности современных и будущих фундаментальных исследований в почвоведении М.: ГЕОС, 2001.
- Безуглова О.С., Орлов Д.С. Биогеохимия. Ростов-на-Дону: Феникс, 2000.
- Водяницкий Ю.Н. Химия и минералогия почвенного железа. М.: Почв. Ин-т им. В.В. Докучаева, 2003
- Водяницкий Ю.Н. Изучение тяжелых металлов в почве. М.: Почв. Ин-т им. В.В. Докучаева, 2005

### **Примеры тестов, используемых для блиц-тестирования**

- 1.Какой модели почвообразования не существует:
  1. моногенетическая
  2. полигенетическая
  3. синденудационная
  4. постденудационная
- 2.Какой фактор почвообразования не был выделен В.В. Докучаевым:
  1. организмы;
  2. грунтовые воды;
  3. климат
  4. породы
  5. время
- 3.Какими веществами обуславливается красный цвет почв?
  1. окислами марганца
  2. негидратированными оксидами железа
  3. гидратированными оксидами железа
  4. иллитом
- 4.Какими компонентами обуславливается черная окраска почв?
  1. окислами марганца
  2. сульфидами
  3. гумусом
  4. каолинитом
- 5.Какие три цвета формирует разнообразие окраски почв:
  1. белый, красный, черный
  2. белый черный желтый
  3. черный серый желтый
  4. красный желтый зеленый
- 6.Что не относится к экологическим функциям почв, контролируемым химическими, физико-химическими и биохимическими свойствами почв:
  1. Источник элементов питания;
  2. Депо семян и других зачатков;
  3. Стимулятор и ингибитор биохимических и других процессов
  4. Сорбция веществ и микроорганизмов
- 7.Химические особенности почв (по Д.С. Орлову) (добавьте список еще двумя пунктами):
  1. Полихимизм;
  2. Органо-минеральные взаимодействия;
  3. Пространственная неоднородность;

4. Неравновесность состояний и термодинамическая необратимость процессов
8. Добавьте недостающие в списке главные направления химии почв:
1. химия почвенной массы;
  2. химия почвенных процессов;
  3. химические основы плодородия почв;
  4. функции почв, контролируемые и/или обусловленные химическими свойствами почв и химическими реакциями, протекающими в почвах.
9. Какие разделы не входят в учение о химическом составе почв:
1. элементный состав;
  2. равновесие в системе фаз
  3. состав твердых фаз;
  4. состав жидких фаз;
  5. состав газовой фазы
10. Добавьте список почвенных компонентов, которые изучаются в рамках Учения о строении и свойствах почвенных компонентов :
1. простые соли;
  2. оксиды и гидроксиды;
  3. глинистые минералы;
  4. ???
  5. ???
11. Каких разделов не хватает в списке вопросов, изучающихся в рамках Учения о свойствах почвы :
1. Поглощительная способность;
  2. ???
  3. Коллоидно-химические свойства;
  4. ???
  5. Равновесие в системе фаз
12. Что такое элементный состав почв:
1. набор и количественное соотношение химических элементов в почвенной массе
  2. набор и количественное соотношение минеральных и органических веществ
  3. набор и количественное соотношение мелких и крупных частиц в почве
  4. набор и соотношение элементов в живой фазе
13. Какие из перечисленных элементов подвижны в окислительной среде:
1. Zn
  2. Mn
  3. Cu
  4. Fe
  5. Pb
14. Расставьте элементы (C, N, H, O, Cl, S, P, B, Br, Fe, Al) по степени биофильности:
1. Максимальная биофильность
  2. Высокая биофильность –
  3. Средняя биофильность –
  4. Низкая биофильность –
15. Вставьте недостающие слова в определение фазы в почвоведении:  
Однородная часть системы, которая, обладая определенным комплексом \_\_\_\_ свойств, отделена резкой \_\_\_\_\_ поверхностью от другой однородной части, обладающей иным комплексом \_\_\_\_\_ свойств
16. Что обуславливает устойчивость первичных минералов к химическому выветриванию:
1. разнообразный химический состав
  2. кристаллическая структура
  3. плотное сложение

4. твердость
17. Что называется координационным числом:
  1. Форма окружения ячейки, определяемая соотношением радиусов ионов
  2. Число ионов противоположного знака, окружающих данный ион
  3. Число ионов того же знака, окружающих данный ион
  4. Ни один из ответов не верен
18. Что называется категорией или формой почвенной воды:
  1. Порции почвенной воды, обладающие одинаковыми свойствами
  2. Порции почвенной воды одинаково просачивающихся через толщу почв
  3. Порции почвенной воды сходные по растворяющему действию на минералы
  4. Ни один из ответов не верен
19. Какой категории почвенной влаги не хватает в списке:
  1. Твердая вода – лед
  2. Парообразная вода
  3. Химически связанная вода
  4. Физически связанная или сорбированная вода:
20. Какая вода не передвигается в почве и не обладает свойствами растворителя:
  1. Пленочная
  2. Кристаллогидратная
  3. Парообразная
  4. Твердая
21. Что не характеризует свободную воду:
  1. Находится вне сил притяжения со стороны почвенных частиц
  2. Находится в почве в виде капиллярной и гравитационной форм
  3. Передвигается с током воздуха
  4. В большом количестве обуславливает анаэробный процесс
  5. Имеет высокую растворяющую способность и возможность переносить растворенные вещества в профиле и за его пределы
22. Гигроскопическая вода – это: (все возможные ответы)
  1. вода, поступающая из гравитационных вод
  2. вода, поглощенная почвой из парообразного состояния
  3. прочносвязанная вода
  4. рыхлосвязанная вода
23. Что образует жидкую фазу почв:
  1. Вода с растворенными в ней веществами разного состава и происхождения
  2. Почвенный раствор
  3. пленочная и парообразная вода
  4. все формы воды
24. Какие методы выделения почвенного раствора не применяются:
 

давление, создаваемое прессом;

  1. Лизиметрические методы
  2. Без выделения, исследование *in situ*
  3. Вытеснением жидкостями
  4. При помощи капнометра
25. В каких почвах рН водной суспензии может быть 2,5:
  1. в солонцах
  2. сульфатных почвах
  3. дерново-подзолистых почвах
  4. солончаках
26. В каких почвах рН водной суспензии может быть 10-11:
  1. в солонцах
  2. сульфатных почвах
  3. черноземах
  4. солончаках



27. Что относится к заземленной форме воздуха:
1. Смесь газов и летучих органических соединений, свободно перемещающихся по системам почвенных пор и сообщающихся с воздухом атмосферы
  2. Смесь газов и летучих органических соединений, находящихся в порах, со всех сторон изолированных воздушными пробками
  3. Смесь газов и летучих органических соединений, находящихся в порах, со всех сторон изолированных водными пробками
  4. Смесь газов и летучих органических соединений, адсорбированные почвенными частицами на их поверхности изолированных пленкой воды
28. Укажите правильное уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра:
1.  $\Gamma = \Gamma_{\infty} C + k + C$  (при  $T = \text{const}$ ),
  2.  $\Gamma = \Gamma_{\infty} C / k + C$  (при  $T = \text{const}$ ),
  3.  $\Gamma = \Gamma_{\infty} C - k + C$  (при  $T = \text{const}$ ),
  4. ни одно уравнение не верно
29. Какой закон определяет количество растворенных газов:
1. Закон Соколова
  1. Закон Ленгмюра
  2. Закон Генри
  3. Закон Перельмана
30. Кто вывел закон фазового равновесия:
1. Перельман
  2. Ленгмюр
  3. Генри
  4. Иванов
31. Какие из газов не относятся к макрогазам:
1.  $\text{CO}_2$
  2.  $\text{NO}_2$
  3.  $\text{O}_2$
  4.  $\text{N}_2\text{O}$
32. Что не лежит в основе экологического нормирования при загрязнении почв тяжелыми металлами:
- а) степень загрязнения
  - б) нарушение экологических функций
  - в) содержание тяжелых металлов в почве
  - г) способность тяжелых металлов к миграции
33. Что называется поглотительной способностью почв?
1. свойство обменно поглощать различные твердые, жидкие и газообразные вещества или увеличивать их концентрацию у поверхности содержащихся в почве коллоидных частиц.
  2. свойство обменно либо необменно поглощать различные твердые, жидкие и газообразные вещества или увеличивать их концентрацию у поверхности содержащихся в почве коллоидных частиц.
  3. Способность почвы поглощать и удерживать элементы питания и другие растворенные вещества
  4. ни один ответ не верен
34. Почвенные коллоиды - совокупность тонкодисперсных частиц размером:
1. 0,0001-0,02 нм.
  2. 0,001-0,02 нм
  3. 0,0001-0,0002 нм
  4. другой размер (назвать)
35. К какому типу коллоидов относятся (определить каждый из перечисленных )

1. глинистые минералы,
2. оксиды железа и алюминия,
3. коллоидные формы кремнезема
4. гуминовых кислоты

36. Какой слой в коллоидной мицелле образуется за счет потенциалопределяющих и компенсирующих ионов:

1. слой Гемгольца; 2. диффузный слой; 3. двойной электрический слой; 4. ядро

**37.** Что называется коллоидной частицей

1. Ядро мицеллы вместе со слоем потенциалопределяющих ионов.
2. Гранула вместе с неподвижным слоем компенсирующих ионов
3. Гранула вместе с диффузным слоем;
4. Ядро вместе с неподвижным слоем компенсирующих ионов

38. Что называется мицеллой:

1. Гранула вместе с неподвижным слоем компенсирующих ионов,
2. Коллоидная частица вместе с диффузным слоем
3. Гранула вместе с диффузным слоем
4. Ядро вместе с неподвижным слоем компенсирующих ионов

39. Какие почвенные коллоиды в условиях, преобладающих в почве значений рН, не являются ацидоидами:

- глинистые минералы
- кремнекислота
- гуминовая кислота
- гидраты оксидов железа и алюминия..
- протеины

40. Чем обусловлена химическая поглотительная способность почв:

1. образованием труднорастворимых соединений, выпадающих из раствора в осадок;
2. образованием нерастворимых в воде соединений
3. поглощением корнями растений, микроорганизмами различных элементов
4. другими причинами

41. Что такое физико-химическая (или обменная), поглотительная способность почв:

1. способность почвы поглощать и обменивать ионы, находящиеся на поверхности коллоидных частиц, на эквивалентное количество ионов раствора, взаимодействующего с твердой фазой почвы.

2. способность почвы обменивать катионы, содержащиеся в твердой фазе, на эквивалентное количество катионов почвенного раствора.

3. способность почвы увеличивать концентрацию молекул различных веществ у поверхности тонкодисперсных частиц

4. это свойство почвы задерживать взмученные в воде частицы, которые крупнее почвенных пор.

**Вопросы для подготовки к экзамену** совпадают с программой курса, и соответствуют отдельным разделам дисциплины:

Примеры:

1. Место химии почв в системе знаний о химии окружающей среды.
2. Связь минералогического и химического состава почвы
3. Понятие почвы как полидисперсной системы, влияние гранулометрического состава на протекание химических реакций в почвах.
4. Понятие почвы как полихимической системы.
5. Понятие о химическом составе почвы, происхождение и формы химических элементов в почвах.

6. Валовой химический состав почвы.
7. Макро- и микроэлементы в почвах.
8. Гумус – специфическое органическое вещество почвы, определение и источники формирования.
9. Гуминовые кислоты, фульвокислоты – состав, структурные особенности, сходство и различия.
10. Экологические функции гумусовых веществ почв
11. Эколого-гумусовые связи в разных природных условиях.
12. Понятие об органо-минеральных соединениях в почве и их образовании.
13. Жидкая фаза почв: понятие почвы как гидрохимической системы
14. Почвенный раствор, его происхождение, факторы и условия формирования.
15. Катионы, анионы и реакция почвенного раствора.
16. Категории (формы) почвенной влаги, критерии разделения почвенной влаги на категории, прочность связи с почвой и силы, её определяющие.
17. Почвенно-гидрологические константы.
18. Соотношение состава почвенного воздуха и атмосферы.
19. Газообмен между почвой и атмосферой.
20. Кислотность и щелочность почв: понятие, происхождение, виды.
21. Актуальная и обменная кислотность почв
22. Почва как окислительно-восстановительная система: понятие, природа окислительно-восстановительных реакций и окислительно-восстановительное состояние почв
23. Окислители и восстановители в почвах.
24. Факторы, определяющие ОВП почв.
25. Окислительно-восстановительный режим почв, его связь с водным и газовым режимами почв.
26. Понятие о фазовом составе и соотношении фаз в почве.
27. Химическое загрязнение почв, ПДК и классификация загрязняющих веществ по классам опасности.
28. Влияние химического загрязнения почв на выполнение ими экологических функций.
29. Влияние экологической ситуации на устойчивость почв против химического загрязнения.
30. Загрязнение почв нефтепродуктами, источники поступления и химические приемы выведения нефтепродуктов из почв

**7. Дополнительный материал, используемый при самостоятельной работе магистрантов по вопросу, не освещенному в определенном и четком состоянии в литературе:**

**Происхождение почвы как естественно-исторического тела в процессе геологической эволюции биосферы**

До сих пор в учебниках по почвоведению нет четко представленных материалов, характеризующих вопрос происхождения почвы как естественно-исторического тела в геологической истории Земли, а магистранты, специализирующиеся на вопросах охраны окружающей среды должны иметь представление об истоках возникновения почв. Материалы к этому разделу разбросаны по разным, часто недоступным, публикациям. В связи с этим, приводится краткое изложение проблемы. Обсуждаются вопросы времени и причин появления почв; развитие системы «растение–почва» в геологической истории Земли; значение изменения в соотношении процессов отторжения органического вещества и гумификации в реализации одной из основных функций почв – обеспечения устойчивости экосистем и биосферы в целом. Эти вопросы лежат в области проблем, касающихся эколого-химических закономерностей формирования и эволюции химического состава почв и прогнозов поведения их в ближайшем и отдаленном будущем.

\*\*\*

На протяжении геологической истории Земли жизнь с момента своего зарождения стремилась охватить до конца все доступное ей пространство и не случайно в процессе эволюции живые организмы освоили почти всю поверхность планеты. В ходе этого освоения возникла почвенная сфера Земли или педосфера, где обитает огромное количество видов, представляющих различные систематические группы организмов. Б.Б. Польшов (1956) отмечал, что в почве в наибольшей степени сосредоточены те процессы, совокупность которых обуславливает эволюцию органического мира. Почва является основным звеном перераспределения биогенной энергии, запасенной зелеными растениями, она выполняет ряд очень важных функций в биосфере. Так, она играет роль одного из главных механизмов поддержания устойчивого функционирования экосистем и биосферы Земли, а также сохранения биоразнообразия, ибо: именно в гумусовой оболочке почвенного покрова сосредоточена основная доля живого вещества суши и его биогенной энергии (Ковда, 1973); именно почва является в пределах биосферы тем телом, которое обладает плодородием, (т.е. способностью производить урожай растений) и обеспечивает продуктивность элементарных единиц биосферы – экосистем; и, наконец, в почве сосредоточены основные связи между атмосферой, гидросферой, литосферой и живыми организмами (Структурно–функциональная..., 1999). К настоящему времени выделено более 20 экологических функций почв и около 20 общебиосферных функций почвенного покрова (Ковда, 1973; Добровольский, Никитин, 1990; Карпачевский, 2005; Структурно–функциональная..., 1999; Дергачева, 2003; Dergacheva, 2001; и др.).

Функция почв в поддержании и сохранении устойчивого функционирования подсистем биосферы любого уровня определяется выполнением широкого круга функций более мелкого порядка, таких как обеспечение жизненного пространства для организмов; депонирование элементов питания, влаги и энергии, а также поставка их растениям и другим организмам; стимулирование и ингибирование биохимических и других процессов; хранение и передача информации, поддержание санитарного состояния земной поверхности и других (Добровольский, Никитин, 1990). В то же время устойчивость биосферы определяется относительной устойчивостью продукционного процесса и его соотношения с процессами деструкции, устойчивостью перераспределения вещества и энергии в экосистемах и биосфере, поддержании состава атмосферного воздуха, а также в соотношении биологического и геологического круговоротов, и многих других процессов, в которых почва и почвенный покров играют без преувеличения ведущую роль. Как выяснилось, почва обладает «памятью» и хранит информацию об условиях времени своего формирования в признаках разного уровня (организации почвенного профиля, состава и строения отдельных компонентов, новообразований, отдельных признаках педогенеза и т.д.) (Почва..., 2007). В настоящее время почву рассматривают как сложную природную многокомпонентную открытую саморегулируемую и полифункциональную систему, которая является подсистемой биосферы. Это вполне обоснованные общепризнанные положения. Однако они предусматривают необходимость ответа на два кардинальных вопроса: когда, на каком этапе развития биосферы возникла почва, и каковы причины, инициировавшие ее возникновение; и, как следствие, необходимость постановки еще одного вопроса – какова роль почвы и почвенного покрова в становлении и развитии биосферы.

Прежде чем обсуждать эти вопросы, обратимся к одному из важных для нас противоречий в понимании почвы, поскольку от понятийных границ термина «почва» зависят концептуальные представления о времени и причинах появления почв и их роли в развитии биосферы. В принципе все точки зрения о причинах и времени появления почвы как компонента биосферы являются гипотезами, однако, ряд из них кажутся достаточно убедительными и логичными.

Одни исследователи (и их большинство) согласно определению В.В. Докучаева (1949), относят к почвам только субаэральные тела, сформированные на литосферной оболочке Земли, и поэтому начинают историю формирования почв и определение места и роли этого

компонента биосферы только с момента освоения почвой литосферной оболочки Земли (Вильямс, 1948; Герасимов, 1951; Ковда, 1973; Gray, 1993; и др.). Другие – относят к почвам не только субаэральные, но и субаквальные образования (которые имеют кардинальное сходство с податмосферными почвами), рассматривая их как подводные почвы, где место атмосферы занимает гидросфера (Вернадский, 1936; Польшин, 1956; Пианка, 1961; Владыченский, 1968; Сукачев, 1972; Перельман, 1977; Deelman, 1972; Buurman, 1975, Gadel et al., 1975; и др.). Такое понимание почвы обусловило наличие другого подхода к осмыслению причин и времени ее возникновения как естественно-исторического тела в процессе становления биосферы (Бахнов, 1986, 2002).

Сторонники первого взгляда на почву считают, что эволюция почвообразования была направлена от примитивных (скальных) к современным формам почвообразования, а появление типов почв хронологически увязывалось ими с появлением на Земле растительности, под покровом которой в настоящее время протекает соответствующий тип почвообразования (Вильямс, 1948; Герасимов, 1951; Ковда, 1973). Представление о почвообразовании строилось ими на основе современных фактов и явлений, в то же время не учитывалось, что древнее почвообразование могло совершаться в иной обстановке: при иной биоте, ином климате, иных почвообразующих породах, наконец, иной истории формирования территории. Не учитывалось единство развития почвы и других естественно-исторических тел природы, т.е. не рассматривалось развитие почв как компонента биосферы. Не рассматривались причины появления разных типов почвообразования.

В предложенной концепции единого почвообразовательного процесса В.Р. Вильямса (1948) с точки зрения рассматриваемой нами проблемы, ценна идея о том, что первичный процесс почвообразования был очень длительным и охватывал период от начала появления жизни на Земле до накопления в рухляке горных пород достаточного количества необходимых для растений элементов в усвояемой для них форме. Рухляк, подготовленный низшими организмами, был освоен растительностью и таким образом послужил началом появления и эволюции на суше единого почвообразовательного процесса.

И.П. Герасимов (1951) и В.А. Ковда (1973) пытались выделить основные этапы почвообразовательного процесса за период от палеозоя – с «момента» освоения растительностью литосферной оболочки Земли – до голоцена. При этом первый соотносил их с биостратиграфическими рубежами – периодами со своеобразной растительностью, животным миром и особенностями почвообразования, а второй – с историческим развитием растительного мира и биологическим круговоротом веществ на Земле. Время, охарактеризованное ими, охватывает период от 400–300 млн. лет до 10 тыс лет назад. В.А. Ковда (1973) считал, что вначале имел место процесс первичного биогеохимического выветривания горных пород, и почв, как таковых, не было, поскольку отсутствовал один из главных признаков почв – аккумуляция органического вещества. Только с появлением водорослей, как подчеркивал В.А. Ковда (1973), мог реализовываться почвообразовательный процесс и в мелководьях, и на суше. В дальнейшем эволюция растительности и почв шла одновременно, взаимозависимо, согласно с развитием других оболочек Земли. В мезозойскую эру уже была хорошо выражена климатическая зональность, а к третичному периоду произошло становление основных современных видов растений и почв.

Сторонники, признающие правомочность выделения субаквальных почв наравне с субаэральными, соотносят начало почвообразования с появлением первых фотосинтезирующих организмов, которые в начальный период формирования биосферы находились в условиях водной среды, и таким образом считают, что первичное почвообразование началось в водной среде, а донный субстрат древних водных экосистем может рассматриваться как прообраз первых почв (Плотников, 1979; Бахнов, 1986). Оригинальную гипотезу возникновения почв и эволюции почвообразования в процессе становления биосферы предложил В.К. Бахнов (1986, 2002), считавший, что почвообразование на Земле началось в водной среде, а сам процесс характеризовался сменой трех форм, соответствующих постепенному освоению живым веществом трех оболочек:

гидросферы, атмосферы и литосферы. Эти три формы почвообразования были названы В.К. Бахновым соответственно гидроземной, атмоземной и литоземной. Самой древней и самой длительной была гидроземная (подводная) форма, которая появилась в докембрии и господствовала до силура, когда, согласно мнению специалистов по эволюционной фитоценологии, произошел выход растений из водной среды. Атмоземная форма почвообразования сменила гидроземную и охватывала период около 200 млн. лет. В течение этого времени организмы адаптировались к жизни в условиях воздушного окружения, а также существенно преобразовались как структурно (морфоанатомически), так и физиологически. В процессе этого произошла дифференциация и специализация тканей, появилась у растений способность развиваться в вертикальной плоскости, усовершенствовался фотосинтезирующий аппарат. Широко распространились древовидные формы растений. Примерно 230 млн. лет назад (в конце пермского – начале триасового периодов) появилась литоземная форма почвообразования, основные этапы развития которой были достаточно подробно описаны И.П. Герасимовым и В.А. Ковдой. К концу мелового периода завершилось на Земле формирование природно-климатических зон, которым соответствовали разные по свойствам почвы (Бахнов, 2002). Достоинством гипотезы В.К. Бахнова (2002) является то, что он проследил процесс почвообразования на всех этапах развития биосферы: от появления первых фототрофных организмов до современного времени.

Таким образом, одни исследователи считают, что почва возникла и развивалась с того времени, когда растения начали осваивать литосферную оболочку суши, другие – с момента появления фотосинтезирующих организмов и начала продуцирования органического вещества.

Единственное, в чем нет разногласий у всех ученых, так это в том, что наличие растительности является непременным условием возникновения почвы, что она является ведущим фактором почвообразования, и что истоки появления почвы как естественно–исторического тела в процессе становления и развития биосферы надо искать в необходимости приспособления растительных сообществ к среде обитания в ходе выработки ими устойчивости в меняющейся природной обстановке (Докучаев, 1949; Герасимов, 1951; Ковда, 1973; Плотников, 1979; Бахнов, 1986; Добровольский, Никитин, 1990; Структурно–функциональная..., 1999; и др.). Растения – главное условие формирования почвы, где нет растений – нет и почвы (Вильямс, 1948; Вески, 1982; Ключи к таксономии ..., 1997; Карпачевский, 2005; и др.).

Рассматривая появление и развитие почвы в процессе становления и эволюции биосферы необходимо помнить, что, как и в биосфере в целом, в комплексе явлений, слагающих почвообразовательный процесс, главное место принадлежит процессам синтеза – распада органических веществ. Процесс почвообразования во все времена, начиная с зарождения биосферы, сопутствовал развитию растительности как единственного и самого мощного источника первичной продукции – органического вещества с аккумулярованной в нем солнечной энергией. Роль растительности в почвообразовании очень разнообразна, но наиболее существенной функцией ее в биосфере все-таки являются синтез органического вещества (т.е. создание первичной продукции) и накопление в нем энергии. Созданное растениями–продуцентами органическое вещество проходит ряд преобразований, в результате которых и продукты трансформации органических веществ, и запасенная в них энергия перераспределяются по земной поверхности, давая начало трофическим связям, обеспечивая биоразнообразие и устойчивость экосистем. Гетеротрофные организмы в своем появлении и развитии на всех этапах эволюции биосферы следовали за растительностью. Почвенная стадия преобразования органического вещества играет при этом очень важную роль, поскольку почвы и их гумусовая оболочка являются основной средой обитания организмов суши и основным аккумулятором энергии (Ковда, 1973; Добровольский, Никитин, 1990; и др.). Более того, В.Р. Волобуев (1963) рассматривал почвообразование как процесс органо–минеральных взаимодействий, а почвы как продукт этого взаимодействия и

перераспределения органо–минеральных веществ в верхней части коры выветривания. Среди продуктов преобразования органического вещества, в почвах имеются гумусовые вещества, которые представляют собой природную открытую самоуправляемую систему, обладающую целостностью, развивающуюся во времени (Дергачева, 1989) и выполняющую ряд важных функций, в частности, участвующую в регуляции устойчивости биосферы на всех уровнях ее организации: почв, педосферы в целом, экосистем (Dergacheva, 2001; Дергачева, 2003).

Итак, процесс почвообразования, в котором главное место принадлежит процессу синтеза – распада органических веществ и для которого характерно постоянное отставание утилизации гетеротрофными организмами продуктов автотрофного метаболизма, начался с появлением растительности на Земле и явился одной из предпосылок устойчивости растительных сообществ. Круговорот органического вещества с превышением продукции над распадом явился причиной возникновения неотъемлемого компонента почвы – системы гумусовых веществ или гумуса. Система гумусовых веществ вместе с растительной биомассой выполняли роль регулятора устойчивости естественных экосистем биосферы: от пионерных до высокоорганизованных. Механизм поддержания устойчивости круговорота углерода и экосистемы в целом был связан с отторжением и введением обратно определенной части органического углерода и соотношения его с процессами, связанными с гумусом почв, с его способностью к аккумуляции, миграции и обмену, что обуславливает более длительное сохранение части углерода, запасов минеральных элементов, связывания и вывода из сферы за пределы зоны питания растений токсичных и неустойчивых биотой веществ.

Рассмотрим кратко поведение системы «растение – органическое вещество – гумус – почва» в геологической истории Земли и процессе становления биосферы.

Накопление органического вещества и энергии, а равно и процесс почвообразования, возникли с появлением способности у организмов осуществлять фотосинтез.

Как известно, первыми активными фототрофами на Земле были водоросли. Появление их относится к докембрию. Они обитали в континентальных водоемах, мелководьях морей и океанов. Детрит, образуемый водорослями, был благоприятной средой обитания сапрофитов, поскольку у них отсутствовали покровные, механические и проводящие ткани. Растительная мортмасса, подвергавшаяся переработке биотой, претерпевала химические и биохимические превращения, перемешивалась (возможно, частично и взаимодействовала) с минеральной частью донных отложений и таким образом формировался органо-минеральный субстрат (почва). По-видимому, в это время уже существовал и процесс гумификации. В пользу этого могут свидетельствовать следующее: во-первых, факт обнаружения в горючих сланцах докембрия гуминовых кислот, хотя и в очень небольшом (доли процента от массы) количестве (Кречетова, 1994), во-вторых, результаты экспериментов по бактериальной деструкции детрита водорослей (Кудрявцев, 1979), и в третьих, принципиальная возможность образовывать продуктами распада планктонового детрита в водной среде гумусоподобные вещества по типу реакции Майара (Лейфман, 1993). В экспериментах В.А. Кудрявцева (1979) было показано, что 5-10% от массы детрита переходит в стойкие компоненты, деструкция которых происходит медленно и занимает длительный период.

Со сменой в процессе эволюции одноклеточных водорослей многоклеточными, способными прикрепляться к субстрату, увеличилось продуцирование биомассы и соответственно возросло количество мортмассы. Гетеротрофы уже не успевали полностью утилизировать органическое вещество, начался процесс его аккумуляции в виде недоокисленных продуктов, а также стал более активным процесс синтеза гуминовых кислот, которые имели все атрибуты веществ, относящихся к классу природных веществ с переменным составом: их доля в горючих сланцах этого периода составляла уже 1-2% от общего содержания органического углерода (Кречетова, 1994).

Таким образом, в докембрии, шло накопление органического вещества и минерального материала, формировавших субстрат для растений, а также имел место процесс образования гумуса – неперемемного атрибута почв. Механизмом, регулирующим устойчивость

растительных сообществ в то время, было отчуждение органических остатков в виде детрита и растянутый во времени процесс его утилизации, а гумусовые вещества еще не имели решающего значения в регуляции устойчивости растительного сообщества, их соотношение с массой отчуждаемого органического вещества было еще ничтожно. Можно предположить, что в это время гуминовые кислоты могли играть роль физиологического стимулятора жизнедеятельности живых организмов, поскольку эти вещества в горючих сланцах докембрия содержали уже до 5-10% азота аминокислот от общего его содержания, в них идентифицируются методом ИК-спектроскопии присутствие полос, относимых к амид-1, полисахаридам, спиртам и другим соединениям или их отдельным группам, которые могут иметь то или иное значение в жизни микроорганизмов и растений (Кречетова, 1994).

Постепенный выход растений из водной среды и освоение ими сначала надводного пространства, а затем пространства суши, потребовал приспособления и выработки относительной независимости их от окружающей среды. Необходимо было решить не существовавшую при обитании в водном и надводном пространстве проблему обеспечения себя влагой и пищей. Это было достигнуто путем создания субстрата (почвы), которая на каждом этапе эволюции биосферы соответствовала развитию и потребности растительных сообществ.

Выход растений из водной среды в надводное пространство оказался возможным из-за ряда причин. По мере нарастания толщи донных отложений, уменьшения толщи воды, усиления фотосинтеза, увеличения органической мортмассы происходило обмеление водоемов, что, в свою очередь, еще больше увеличивало активность процесса фотосинтеза и масштабы процесса аккумуляции органического вещества субстратом, который, нарастая вверх, постепенно вышел за пределы водного пространства. Но растения того времени не могли еще существовать без обилия воды и растворенных веществ, они не могли добывать для пищи минеральные элементы. Подземные органы были несовершенны, поскольку эволюция растений в то время шла по пути совершенствования и развития надземных органов, необходимых для интенсивного фотосинтеза, от которого зависели и биомасса, и мортмасса. На этом этапе развития биосферы появилась органогенная неподводная почва. Процесс гумификации в это время был, по-видимому, более интенсивным, так как могла уже существовать смена окислительно-восстановительных режимов, но их участие в регуляции устойчивости экосистем все еще было не очень значительным, основная роль принадлежала органической массе (Дергачева, 2003). Каменные угли, истоки которых определяются этим периодом развития биосферы, как известно, имеют более высокое, чем горючие сланцы, содержание гумусовых кислот (Гуминовые..., 1993). Кроме физиологической роли, гумус, скорее всего, играл роль ингибитора продуктов метаболизма компонентов живых сообществ, а также иммобилизатора части минеральных компонентов, вредных для жизнедеятельности растений.

Изменение роли почв, расширение их функций и возрастание роли гумуса в поддержании устойчивости экосистем произошло при выходе растений на сушу, когда растительные сообщества столкнулись с необходимостью резкого изменения способов обеспечения себя пищей и водой. В конце палеозойской эры, по-видимому, началась длительная, продолжающаяся в течение всего мезозоя, аридизация климата Земли, что привело к трансгрессии морей, образованию мелководий, а затем и сухих участков, с которых, очевидно, и началось освоение растительностью литосферной оболочки Земли. Аридизация климата вызвала, скорее всего, вымирание во второй половине пермского периода широкого ряда представителей палеозойской флоры и зарождения новых видов растений. К этому времени относится появление хвойных, которые занимали господствующее положение вплоть до середины мелового периода.

Именно на этом этапе функциональная роль гумуса должна была расширяться, поскольку возникла необходимость в переводе нерастворимых минеральных веществ в растворимое, доступное растениям состояние, чему способствовал гумус с преобладанием фульвокислот. Фульвокислоты, образующиеся при гумификации опада в хвойных лесах,



содержащих относительно мало оснований, имели кислую природу. Они оказывали разрушающее действие на горные породы, в результате которого соединения химических элементов, неподвижные и недоступные для растений, переводились в водную фазу, обогащая её доступными для растений зольными элементами. Возникла мобилизующая функция гумуса. Избыток элементов с током воды перераспределялся в минеральной толще, часть, пока небольшая, закреплялась гуминовыми кислотами, образуя тем самым обособленные горизонты аккумуляции, выноса и иллювиирования минеральных элементов. Произошло образование почвенного профиля с совокупностью взаимосвязанных происхождением горизонтов (иначе – парагенетическая ассоциация горизонтов). Подвижность и высокая реакционная способность фульвокислот способствовали выводу из сферы распространения корневой системы токсичных в больших концентрациях и неиспользуемых растениями в пищу веществ. Практически в это время гумус начал выполнять функцию депонирования биогенных веществ, а также детоксицирования – удаления из сферы развития корневой системы вредных в больших концентрациях минеральных веществ. Соотношение роли растительной массы и гумусовых веществ в регуляции устойчивости экосистем существенно изменилось. Хвойные вечнозеленые растения, накапливая элементы питания в биомассе, практически не могли обеспечить себя пищей путем возврата их в процессе разложения опада, поскольку с ним возвращалась только часть питательных веществ. Гумусовые вещества выполняли функцию депонента минеральных биогенных элементов, которые при их разложении возвращались в биологический круговорот и возмещали недостающие для растений питательные вещества. Поэтому гумус, который эволюционно соответствовал морфолого-анатомической и физиологической организации растительных сообществ того времени, занимал уже большую долю среди механизмов поддержания устойчивости экосистем, обеспечивая, прежде всего, питательный режим растительных сообществ. А почва, имеющая в это время на поверхности мощную подстилку, служившую экраном, предохранявшим почвенную влагу от испарения, и горизонт иллювиирования ненужных и даже токсичных в больших количествах для растений элементов, таких, например, как алюминий и железо, создавали для корней растений двойной (сверху и снизу) экран, который способствовал сохранению влаги.

Древесная растительность в процессе эволюции приспособлялась к ликвидации негативных последствий вымывания из почв элементов минерального питания, накапливая и сохраняя их в своей фитомассе и возвращая их с опадом. Доля возврата элементов с опадом увеличивалась при смене вечнозеленых форм листопадными. Роль гуминовых кислот как депонента биогенных элементов возросла. Произошла дифференциация функциональной роли отдельных компонентов гумуса: фульвокислоты служили агентом перевода недоступных для растений элементов минеральной части в доступные, а также выносу избытков и ненужных элементов за пределы зоны питания растений, а гуминовые кислоты выполняли роль иммобилизатора некоторых токсичных для живых организмов элементов и депонента необходимых биогенных веществ в верхних слоях почвы (субстрата). Формы гумусовых веществ, наиболее прочно, но обратимо связанных с минеральной частью – гумины, играли роль регулятора устойчивости самой системы гумусовых веществ (Dergacheva, 2001).

Наиболее высока значимость гумуса как регуляторного механизма устойчивости в степных экосистемах. Степная растительность является морфоанатомически и функционально наиболее совершенной, а почвы степной зоны представляют собой «венец творения» (Докучаев, 1949). Гумус в условиях полного ежегодного вовлечения в круговорот растительной массы стал ведущим регулятором устойчивости степных растительных сообществ. Биомасса растений уже не играла роль депонента биогенных элементов, хотя полностью в процессе разложения могла обеспечить потребность самого растения в элементах питания. Избыток этих элементов аккумулировался гуминовыми кислотами и закреплялся в корнеобитаемом слое. В случае неблагоприятных условий этот запас элементов мог быть вовлечен в круговорот. Роль фульвокислот в регуляции устойчивости растительных

сообществ уменьшилась, тогда как аккумулирующие функции гуминовых кислот стали одним из главных её механизмов.

Таким образом, роль почв как регулятора устойчивости экосистем, постепенно усложнялась во времени: уменьшалась значимость процессов отторжения и возврата растительной продукции на фоне усиления и увеличения разнообразия функций гумусовых веществ, достигнув наибольшего развития в период выхода растений на сушу и возникновения необходимости добывать себе пищу из горных пород. В условиях степей она заняла ведущее место.

К тому времени как сложился современный почвенный покров, почвы и один из главных ее компонентов – гумус, участвуя в обеспечении непрерывной жизнедеятельности организмов, осуществляли уже широкий ряд функций, в конечном итоге направленных на регуляцию и поддержание устойчивости экосистем и биосферы в целом, а также биоразнообразия.

Литература к разделу:

Бахнов В.К. Почвообразование: взгляд в прошлое и настоящее (биосферные аспекты). 2002. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 117 с.

Вернадский В.И. Об анализе почв с геохимической точки зрения // Почвоведение. 1936. №1. С.8–16.

Вески Р.Э. Почвоведение – наука о биокосных системах // Почвоведение. 1982. №3. С. 18–25.

Вильямс В.Р. Почвоведение. 1948. М.: Сельхозгиз. 449 с.

Владыченский С.А. Некоторые вопросы «подводного почвообразования» и использования мелководий // Почвоведение. 1968. №3. С. 9–18.

Волобуев В.Р. Экология почв. 1963. Баку: Изд-во ЭЛМ, 259 с.

Герасимов И.П. Палеогеографическое значение учения В.Р. Вильямса о едином почвообразовательном процессе // Проблемы физической географии. 1951. Т.16. С.7–15.

Гуминовые вещества в биосфере. 1993. М.: Наука, 235 с.

Дергачева М. И. Система гумусовых веществ почв. 1989. Новосибирск: Наука. 109 с.

Дергачева М.И. Экологические функции системы гумусовых веществ // Вестник Томского государственного университета. 2003. №8. С.61–67

Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. 1990. М.: Наука. 261 с.

Докучаев В.В. Русский чернозем // Избр. соч. 1949. М.-Л.: Изд-во АН СССР. Т.3. С.17–496.

Карпачевский Л.О. Экологическое почвоведение. 2005. М.: ГЕОС. 336 с.

Ключи к таксономии почв. 1997. Линкольн, Небраска. 410 с.

Ковда В.А. Основы учения о почвах. 1973. М.: Наука. Кн. 1. 447 с.

Кречетова Е.В. Сравнительная характеристика состава и свойств гуминовых кислот горючих сланцев и почв // Почвоведение. 1994. №2. С.57–66

Кудрявцев В.А. Бактериальная деструкция органического вещества водорослей // Водные ресурсы. 1979. №3. С.130–142.

Лейфман И.Е. Гумификация в системе молекулярных механизмов стагнации биотического круговорота в экосистемах // Гуминовые вещества в биосфере. 1993. М.: Наука. С.92–97.

Перельман А.И. Биокосные системы Земли. 1977. М.: Наука, 160 с.

Пианка Э. Эволюционная экология. 1981. М.: Мир. 399 с.

Плотников В.В. Эволюция структуры растительных сообществ. 1979. М.: Наука. 275 с.

Полынов Б.Б. Основные идеи учения о генезисе элювиальных почв в современном освещении // Избранные труды. 1956. М.: Изд-во АН СССР. С. 408–422.

Почва – память биосферно–геосферных взаимодействий. 2007. М.: ГЕОС. 456 с.

Структурно–функциональная роль почвы в биосфере. 1999. М.: ГЕОС. 278 с.

Сукачев В.Н. Основы лесной типологии и биогеоценологии // Избр. Тр. 1972. Л.: Наука. Ленингр. Отд-ние. Т.1. 418 с.

Buurman P. Submarine soil formation changing fossil soils // Soil Science. 1975. V. 119. P. 24–27.

Deelman J.C. Humic seams in marine sediments // Soil Science. 1972. V. 3. P. 184–187.

Dergacheva Maria. Ecological functions of Soil Humus // Eurasian Soil Science. 2001. V.34 (51). Pp. S100-S105

Gadel F., Cahet G., Bianchi A.S.M. Submerged soils in the north–western Mediterranean Sea and the process of humification // Soil Science. 1975. V. 119. P. 106–112.

Gray J. Major Paleozoic land plant evolutionary bioevents // Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol., 1993. – V. 104. – P. 153–169.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основные рекомендованные источники:**

Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. Химия почв М.: Высшая школа, 2005 (или другое издание этого учебника)

Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: Учеб. пособие для студентов хим., хим.-технол. и биол. специальностей и направлений вузов, М.:Высшая школа 2002.

Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв: функции почв. М: МГУ, 2006

Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. М.: Академический проект, 2007 (главы 6, 9, 10).

Карпачевский Л.О. Экологическое почвоведение. М.:ГЕОС, 2005 (главы 9–17)

### **Дополнительная рекомендуемая литература:**

Воробьева Л.А. Химический анализ почв. М.:Изд-во МГУ, 1998

Лессовая С.Н. Пособие по изучению глинистых минералов в почвах.СПб: Изд-во СПбГУ, 2007

Введение в химию окружающей среды. Г.А.Заварзин (ред. ), М.:Наука, 2001.

Возможности современных и будущих фундаментальных исследований в почвоведении М.: ГЕОС, 2001.

Безуглова О.С., Орлов Д.С. Биогеохимия. Ростов-на-Дону: Феникс, 2000.

Водяницкий Ю.Н. Химия и минералогия почвенного железа. М.: Почв. Ин-т им. В.В. Докучаева, 2003

Водяницкий Ю.Н. Изучение тяжелых металлов в почве. М.: Почв. Ин-т им. В.В. Докучаева, 2005

Дергачева М.И., Каллас Е.В. Учение о гумусе почв: история и современное состояние. Новосибирск: Издательский дом «Окарина», 2014.– 174 с.

Дергачева М.И. Химия почв. УМК. Новосибирск, 2012.– 70 с.

### **Интернет-ресурсы:**

1. Химия и охрана почв: [www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/62.html](http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/62.html)
2. Литература по химии почв: <http://dssac.ru/elektronnye-utchebniki.htm>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- В качестве технического обеспечения лекционного процесса используется ноутбук, мультимедийный проектор, доска, раздаточный материал.
- Для демонстрации иллюстрационного материала используется программа Microsoft Power Point 2003.
- Проведение тестирования, контрольных работ и дифференцированного зачета обеспечивается печатным раздаточным материалом.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и ОС ВПО, принятым в ФГАОУ ВО Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, с учетом рекомендаций ООП ВПО по направлению подготовки «020100 ХИМИЯ» (магистр химии) и МП ВПО «Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность».

Автор: Дергачева Мария Ивановна,  
д.б.н., профессор кафедры химии окружающей среды ФЕН

Программа одобрена на заседании кафедры химии окружающей среды  
"5" июня 2014 г.

Секретарь кафедры к.б.н., доцент



Л. А. Бельченко