

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра географии

«Утверждаю»

Проректор по учебно-
методической работе

Ю.А. Устименко
«09» сентября 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины
Б1.В.08 Геохимия окружающей среды**

Направление подготовки: 05.03.06 Экология и природопользования

Направленность: Экология и природопользования

Курс – 2

Семестр – 3

Форма обучения – очная

Всего зачетных единиц – 3, часов – 108

Лекции – 16 час.

Лабораторные занятия – 32 час.

Самостоятельная работа – 60 час.

Форма отчетности: экзамен – 3 семестр

Программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Программу разработал:

канд. геогр. наук, доцент Ревина О.А.

Одобрена на заседании кафедры географии

«02» сентября 2021 года, протокол № 1

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б1.В.08 «Геохимия окружающей среды» относится к блоку обязательных дисциплин вариативной части ОП по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование.

Дисциплина является одной из ведущих дисциплин, формирующих мировоззрение студента-эколога. Для освоения геохимии окружающей среды необходимо знать основы геологических, географических и химических наук. Освоение курса «Геохимия окружающей среды» обеспечивает студентов знаниями, необходимыми для восприятия экологических изменений на атомарном уровне.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Геохимия окружающей среды» являются «Геология», «Ботаника», «Химия» «Почвоведение».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

- ПК-18 владение знаниями в области теоретических основ геохимии и геофизики окружающей среды, основ природопользования, экономики природопользования, устойчивого развития.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: общепрофессиональные теоретические представления об основных результатах современных исследований по вопросам геохимии окружающей среды.

Уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в геохимии использовать теоретические знания на практике.

Владеть: навыками и приемами и необходимым инструментарием комплексного геохимического анализа.

3. Содержание дисциплины

Планетарная геохимия географической оболочки Земли и геохимическая организация окружающей среды. Средний химический состав земной коры и понятие о кларках. Геохимическая неоднородность земной коры. Главные, рассеянные и типоморфные элементы.

Основные закономерности миграции химических элементов в окружающей среде. Биогенная составляющая окружающей среды. Состав живого вещества и глобальный биологический круговорот химических элементов. Микроэлементы. Биогенная миграция элементов. Интенсивность биологического поглощения. Основные аспекты геохимической деятельности организмов. Физико-химическая миграция элементов. Водная миграция химических элементов. Щелочно-кислотные, окислительно-восстановительные и физико-химические условия природных вод. Типы геохимических барьеров. Коллоидная миграция, сорбция, сорбционный барьер. Интенсивность водной миграции. Классы геохимических ландшафтов интенсивность водной миграции элементов. Воздушная миграция химических элементов. Коэффициент аэрозольной концентрации. Механическая миграция. Процессы механической дифференциации. Механические барьеры.

Техногенная миграция. Человеческое общество как геохимический фактор. Сравнение результатов антропогенного вмешательства и естественных изменений природной среды. Влияние хозяйственной деятельности человеческого общества на геохимические циклы элементов. Технофильность химических элементов. Металлизация окружающей природной среды. Локальные антропогенные биогеохимические аномалии тяжелых металлов. Города как геохимические аномалии. Зональные особенности антропогенной трансформации окружающей среды.

4. Тематический план

№ П/п	Наименование тем и разделов	Всего (часов)	Формы занятий		
			Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.	Геохимия как наука. Основные геохимические понятия. Планетарная геохимия географической оболочки Земли и геохимическая организация окружающей среды.	3	1	-	2
2.	Химический состав земной коры и понятие о кларках.	8	2	4	2
3.	Основные закономерности миграции химических элементов в окружающей среде. Биогенная составляющая окружающей среды.	13	3	6	4
4.	Физико-химическая миграция элементов. Водная миграция химических элементов. Воздушная миграция химических элементов	15	3	8	4
5.	Механическая миграция. Процессы механической дифференциации.	11	1	4	6
6.	Техногенная миграция. Влияние хозяйственной деятельности человеческого общества на геохимические циклы элементов.	18	4	8	6
7.	Общие принципы геохимической классификации ландшафтов. Геохимические карты. Основные закономерности размещения элементарных и геохимических ландшафтов.	7	1	2	4
8.	Зональные особенности антропогенной трансформации окружающей среды.	6	1	-	5
	Подготовка к экзамену	27			27
	Итого	108	16	32	60

5. Виды учебной деятельности

Лекции

Лекция 1. Геохимия как наука. Основные геохимические понятия. Планетарная геохимия географической оболочки Земли и геохимическая организация окружающей среды. (1 час)

Объект и предмет геохимии окружающей среды. Понятие «элементарный ландшафт» и его геохимическая формула. Факторы формирования и закономерности размещения элементарных ландшафтов. Геохимическая соподчиненность ландшафтов.

Основные этапы развития геохимических ландшафтов на протяжении геологической истории Земли.

Методы изучения. История формирования геохимии ландшафтов как самостоятельной науки.

Прикладное значение результатов исследования Геохимии ландшафтов.

Лекция 2. Химический состав земной коры и понятие о кларках. (2 часа)

Средний химический состав земной коры и понятие о кларках. Основные закономерности соотношения элементов в земной коре. Образование и распространение химических элементов. Формы нахождения химических элементов в земной коре. Главные, типоморфные и рассеянные химические элементы. Виды миграции химических элементов. Геохимическая формула элементарного ландшафта. Геохимическая неоднородность земной коры. Значение геохимического параметра «кларк концентрации».

Лекция 3. Основные закономерности миграции химических элементов в окружающей среде. Биогенная составляющая окружающей среды (3 часа)

Химический состав живого вещества планеты. Установление величины кларков живого вещества. Варианты выражения химического состава биологических объектов. Зольные элементы. Рассеянные элементы. Микроэлементы и их физиологическая значимость в живых организмах. Химический состав отдельных организмов.

Биогеохимические параметры, определяющие особенности содержания химических элементов в организмах. Организмы-концентраторы и деконцентраторы. Биогеохимический барьер.

Концепция биосферы В.И. Вернадского. Биологический круговорот химических элементов. Важнейшие геохимические параметры ландшафта – биомасса и ежегодная продукция. Пять групп ландшафтов отличающихся величиной биомассы и ежегодной продукции.

Интенсивность биологического поглощения. Различия в величине коэффициента биологического поглощения у живых организмов суши и моря. Талассофил.

Влияние живых организмов на все оболочки Земли. Глубокие геохимические изменения в результате бика на земной поверхности. Синтез живого вещества и влияние на химический состав ландшафта. Разложение органических веществ и важнейшие процессы в ландшафтах.

Лекция 4. Физико-химическая миграция элементов. Водная миграция химических элементов. Воздушная миграция химических элементов (3 часа)

Водная миграция химических элементов. Состав Мирового океана – результат биогеохимической деятельности организмов. Особенности геохимии поверхностных вод суши. Трансформация геохимического состава природных растворов на контакте речных и океанических вод.

Щелочно-кислотные условия природных вод. Основные группы ландшафта по величине рН воды. Щелочные и кислые геохимические барьеры.

Окислительно-восстановительные условия природных вод. Окислительно-восстановительные обстановки ландшафтов: окислительная, восстановительная без H_2S (глеевая) и восстановительная с H_2S . Окислительный, восстановительный сероводородный и глеевый геохимические барьеры.

Принцип подвижных компонентов и основные классы водной миграции. Коллоидная миграция, сорбция, сорбционный барьер.

Коэффициент водной миграции. Химическая денудация и ионный сток.

Воздушная миграция химических элементов. Пути поступления химических элементов в атмосферу и химический состав атмосферы. Биогеохимическая эволюция состава атмосферы и жизнедеятельности организмов в массообмене газов. Атмосфера как дисперсная система и геохимия аэрозолей. Значение атмосферного массопереноса водорастворимых форм химических элементов.

Основные источники поступления химических элементов в атмосферные осадки и перенос солей с осадками. Коэффициенты атмосферной миграции. Геохимическая неоднородность поверхности суши, образующаяся под действием аэральской миграции химических элементов.

Лекция 5. Механическая миграция. Процессы механической дифференциации (1 час)

Основные закономерности процессов механической дифференциации. Главные факторы, влияющие на интенсивность механической миграции. Гранулометрический состав грунтов. Различия в химическом составе фракций грунтов. Механические барьеры. Механический сток и факторы, влияющие на его величину.

Лекция 6. Техногенная миграция (4 часа)

Классификация техногенных воздействий (по Н.П. Солнцевой). Техногенные процессы. Два геохимических типа техногенной миграции. Техногенные источники загрязнения окружающей среды. Основные техногенные системы. Человеческое общество как геохимический фактор. Влияние хозяйственной деятельности человеческого общества на геохимические циклы элементов. Деформации природных биогеохимических циклов хозяйственной деятельностью человеческого общества.

Технофильность химических элементов и другие показатели техногенеза. Металлизация окружающей природной среды. Глобальные и региональные техногенные геохимические аномалии. Локальные (импактные) антропогенные биогеохимические аномалии тяжелых металлов. Коэффициент техногенной концентрации или аномальности. Суммарный показатель загрязнения. Предельно-допустимые концентрации.

Техногенные зоны выщелачивания и геохимические барьеры. Техногенная трансформация атмосферы, гидросферы, литосферы и биосферы. Техногенные почвы, илы, коры выветривания, водоносные горизонты. Химические реакции и процессы в почвах обусловленные деятельностью человека. Геохимическая устойчивость и геохимические свойства техногенных систем.

Геохимическая совместимость техногенных воздействий с направлениями природных процессов. **Ландшафтно-геохимический мониторинг.**

Геохимические принципы эколого-географической систематики городов. Геохимическая систематика городских ландшафтов. Эколого-геохимические оценки состояния городов. Роль атмосферных выпадений в загрязнении среды городов. Накопление тяжелых металлов в снежном покрове города. Своеобразие геохимии почв городов. Загрязнение растительности городов, и ее зависимость от промышленной специализации города. Геохимия городских техногенных потоков. Геохимический диссонанс

Лекция 7. Общие принципы геохимической классификации ландшафтов. Геохимические карты. Основные закономерности размещения элементарных и геохимических ландшафтов (1 час).

Геохимическая неоднородность географической оболочки и изменение миграционных циклов в разных географических условиях. Элементарный ландшафт и его геохимическая формула. Систематика годовых геохимических циклов в географической оболочке.

Общие принципы геохимической классификации ландшафтов. Геохимические карты. Структурные геохимические карты на ландшафтной основе. Ландшафтно-геохимические основы систематики и картографирования биогеохимических провинций.

Основные закономерности размещения элементарных и геохимических ландшафтов. Ландшафтный вид и индивид (илан), районирование. Общие принципы геохимической классификации ландшафтов. Классификация элементарных ландшафтов. Классификация геохимических ландшафтов. Геохимия основных типов ландшафта. Ландшафтно-геохимические карты.

Лекция 8. Зональные особенности антропогенной трансформации окружающей среды. (1 час)

Краткая характеристика основных типов геохимических ландшафтов. Геохимическая характеристика абиогенных ландшафтов. Геохимия лесных ландшафтов. Сравнительная характеристика геохимических параметров таежных ландшафтов и влажных тропиков. Общие черты водной и воздушной миграции в степях и пустынях. Концентрация химических элементов в результате испарения пленочных вод и диффузионных процессов. Сравнительная геохимическая характеристика черноземных степей и субтропических степей на сероземах. Особенности геохимических процессов и видов миграции в пустынных ландшафтах. Общие черты биологического круговорота в тундре и его влияние на геохимические характеристики ландшафтов. Устойчивость и степень антропогенной трансформации зональных типов геохимических ландшафтов.

Лабораторные работы

Тема 2. Химический состав земной коры и понятие о кларках.

Лабораторная работа 1

Определение содержания железа в почвообразующих породах колориметрическим методом (4 часа)

Цель: изучить основные особенности содержания железа в почвообразующих породах, получить практические навыки фотоколориметрического определения элементов.

Задание 1. Определить фотоколориметрическим способом содержание железа в основных почвообразующих породах.

Порядок работы

1. Берут среднюю пробу каждого образца в количестве 50 г, размельчают большие комки, отбирают корешки и просеивают через сито с отверстиями 1 мм.
2. Из приготовленной таким образом почвы берут навеску 5 г и помещают в коническую колбу объемом 250 мл. Затем приливают 50 мл 1 н раствора HCl . Содержимое колбы тщательно взбалтывают в течение 30 мин.
3. Полученный раствор фильтруют, из полученной вытяжки берут пипеткой 5 мл и помещают в мерную колбочку объемом 100 мл.
4. Приливают к взятому раствору 7 – 10 мл 25%-ного раствора сульфосалициловой кислоты. Если при введении сульфосалициловой кислоты в растворе появляется осадок, то объем сульфосалициловой кислоты нужно увеличить до исчезновения осадка (объем реагента для всей партии анализируемых растворов должен быть одинаков).
5. В колбочку прибавляют 25%-ный раствор аммиака (NH_4OH) до появления слабого запаха. По мере нейтрализации солянокислого раствора появившаяся красно-фиолетовая окраска переходит в устойчивую желтовато-оранжевую окраску.
6. Объем раствора в колбе доводят дистиллированной водой до метки, перемешивают и через 5 – 10 мин проводят колориметрическое определение. Измеряют оптическую плотность при 420 – 430 нм относительно воды.
7. По калибровочному графику устанавливают концентрацию Fe_2O_3 в растворе. Процентное содержание железа в почве вычисляется по формуле:

$$X = \frac{D}{a \cdot 1000} \cdot 100\%,$$

где X – количество Fe_2O_3 , выраженное в процентах;

D – концентрация Fe_2O_3 в растворе, определенная по калибровочному графику;

a – аликвотная часть раствора, которая соответствует 0,1031 г почвы, высушенной при 100 – 105 °С.

Задание 2. Определить кларки концентрации (K_k) химических элементов по данным таблицы 1. Сделать вывод о том, какими металлами обогащены почвы Смоленской области.

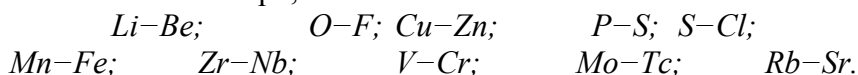
Примечание. Кларк концентрации элемента (K_k) характеризует его местные особенности содержания и представляет собой отношение содержания элемента в почве к его содержанию в земной коре.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в почвах Смоленской области

Элементы	Среднее содержание, $1 \cdot 10^{-4}$ %		Кларк концентрации (K_k)
	в земной коре (по Виноградову)	в дерново-подзолистых почвах	
<i>Mn</i>	1000	510	
<i>Zn</i>	83	40	
<i>Ni</i>	58	12	
<i>Cu</i>	47	24	
<i>Pb</i>	16	20	

Задание 3. Используя периодическую систему химических элементов Д.И. Менделеева, с помощью правила Оддо – Гаркинса определить в каждой из предложенных пар, какой элемент имеет наибольший кларк, и поставить знак «<>» или «>»:



По приложению 2 проверить свои результаты.

Задание 4. Написать геохимическую формулу ландшафта, если известно, что это автономный элементарный ландшафт, в котором перераспределение химических элементов происходит при наличии большого количества ионов кальция в поверхностных водах и свободного доступа кислорода, то есть в слабощелочной окислительной среде. В биологический круговорот наиболее активно вовлекаются молибден, медь, цинк, марганец, а в водах особенно энергично накапливается и мигрирует стронций.

Задание 5. Вычислить запасы железа (т/га) в гумусовом горизонте мощностью 18 см и плотностью – 1,25, если известно, что содержание металла в почве составляет 0,27 мг/100 г почвы.

Примечание. Для решения задачи вначале находят массу слоя почвы, а затем вычисляют запасы железа.

Масса слоя почвы рассчитывается по формуле:

$$M = h \cdot d \cdot 100,$$

где M – масса слоя почвы, т/га;

h – мощность слоя, см;

d – плотность гумусового горизонта, г/см³;

100 – коэффициент пересчета в т/га.

Оборудование и материал: колориметр фотоэлектрический КФК, весы технические, колбы конические 250 мл, стеклянная воронка диаметром 5 см, пипетка градуированная емкостью 10 мл, мерная колба емкостью 100 мл, фильтровальная бумага, промывалка, фарфоровые ступки диаметром 10 – 12 см с пестиками, сита с отверстиями 1 мм.

Образцы почвообразующих пород (лессовидный суглинок, водноледниковые пески и супеси, морена).

Реактивы: 25%-ный раствор сульфосалициловой кислоты, 25%-ный раствор аммиака, не содержащий CO_2 , 1 н раствор соляной кислоты.

Критерии выставления оценок:

Оценка «5» - наличие правильно выполненных заданий.

Оценка «4» - наличие правильно выполненных заданий, но с незначительными ошибками.

Оценка «3» - наличие правильно выполненных с небольшими ошибками заданий.

Оценка «2» - наличие не выполненных заданий или выполненных заданий с большим количеством ошибок.

Самостоятельная работа.

Подготовить доклад по теме занятия.

Тема 3. Основные закономерности миграции химических элементов в окружающей среде. Биогенная составляющая окружающей среды.

Лабораторная работа 2

Определение зольности растительного материала (4 часа)

Цель: изучить особенности биогенной миграции химических элементов, получить практические навыки определения зольности разных видов растений.

Задание 1. Определить зольность образцов листьев разных видов растений.

Порядок работы

1. Чистый фарфоровый тигель, в котором будет проводиться озоление, пронумеровывают и ставят в муфельную печь на 60 минут для прокаливания. Затем тигель охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Прокаливание и взвешивание повторяют до установления постоянной массы и записывают полученный результат¹.

2. Растительную массу, находящуюся в воздушно-сухом состоянии, измельчают ножницами. На аналитических весах в тигле с постоянной массой отвешивают навеску исследуемого вещества в количестве 3 – 4 г для определения гигроскопической влаги. Чашку помещают в термостат с температурой около 105°C.

3. Параллельно с этим в фарфоровом тигле взвешивают пробу этого же материала для озоления. Тигель закрывают крышечкой и ставят на штатив. Под тигель подставляют горящую горелку с некопящим пламенем и на слабом огне производят озоление растительной массы. Необходимо строго следить за медленным озолением материала, так как при быстроеозолении возможно бурное выделение газов с последующим разбрасыванием мелких частиц навески.

4. Тигель с полученной золой щипцами переносят в муфельную печь и при температуре 450 – 550°C проводят окончательное прокаливание.

5. После прокаливания фарфоровую чашку извлекают щипцами, переносят в эксикатор, охлаждают и определяют ее массу на аналитических весах. После установления постоянной массы определяют гигроскопическую влагу, пользуясь формулой:

$$W = \frac{P_1 - P_2}{P_2 - P_0} \cdot 100\%,$$

где W – гигроскопическая влажность (в процентах к количеству воздушно-сухой растительной массы);

P_0 – масса фарфоровой чашки без растительной массы, г;

P_1 – масса фарфоровой чашки с растительной массой до высушивания, г;

P_2 – масса фарфоровой чашки с растительной массой после высушивания, г.

6. После завершения прокаливания тигель с золой охлаждают, поместив в эксикатор. Затем определяют вес золы взвешиванием тигля и его содержимого на аналитических весах. Для получения окончательного результата проводят повторное прокаливание тигля с золой (около 15 мин), с последующим его охлаждением в эксикаторе и взвешиванием. Убеждаются в том, что достигнута постоянная масса золы. В противном случае операция повторяется.

¹ В случае необходимости лаборант заранее подготавливает фарфоровые тигли.

7. Вычисление процентного содержания золы от абсолютно сухого вещества производят по формуле:

$$X = \frac{(P_3 - P_0) \cdot 100}{P_1 - P_0} \cdot \frac{100}{100 - W},$$

где X – содержание золы в процентах от абсолютно сухого вещества;

W – гигроскопическая влажность (в процентах к количеству воздушно-сухой растительной массы);

P_0 – масса фарфоровой чашки без растительного материала, г;

P_1 – масса фарфоровой чашки с растительной массой до озоления растительной массы, г;

P_3 – масса фарфоровой чашки с растительной массой после озоления растительной массы, г.

В полученной таким образом золе определяют различные химические элементы.

Задание 2. Сравнить полученные результаты с данными однокурсников. Какие виды растений имеют наибольшую зольность? Объяснить результаты.

Задание 3. Используя таблицу 3, определить индекс интенсивности круговорота (ИИК) для разных типов растительности.

Таблица 3

Основные параметры биологического круговорота зональных типов растительности (по Л.Е. Родину, Н.И. Базилевич, 1965)

Тип растительности	Биомасса, т/км ²	Опад, т/км ²	Лесная подстилка, т/км ²	ИИК
Арктическая тундра	500	100	350	
Ельники северной тайги	10 000	350	3000	
Дубравы	40 000	650	1500	
Сухие степи	1000	420	150	
Пустыни	430	120	–	
Саванны	6660	1150	130	
Влажные тропические леса	50 000	2500	200	

Примечание. ИИК – коэффициент, характеризующий интенсивность разложения опада и длительность сохранения подстилки в условиях данного биогеоценоза (предложен Н.И. Базилевич и Л.Е. Родиным).

$$\text{ИИК} = \frac{\text{Масса подстилки}}{\text{Масса годовичного опада}}$$

Задание 4. Проанализировать таблицу 4 и ответить на следующие вопросы.

1. В каких элементарных ландшафтах в целом сумма надземной и подземной фитомассы выше?
2. Как соотносятся биомасса и зольность растений разных элементарных ландшафтов?
3. Для каких элементарных ландшафтов характерно преобладание массы корней над биомассой надземных органов? Обосновать ответы.

Таблица 4

Биомасса и зольность растений элементарных ландшафтов

Элементарный ландшафт	Части растений	Биомасса, гр/м ²	Зольность, %
Элювиальный (суходольный луг)	надземная	330,96	10,49
	подземная	1069,28	13,73
Супераквальный	надземная	1012,23	6,24

(пойменный луг)	подземная	510,42	12,33
-----------------	-----------	--------	-------

Задание 5. Определить гигроскопическую влажность растительного материала, если известно, что воздушно-сухая масса образца составляет 0,23 г, а после сушки при температуре 105°C она снизилась до 0,18 г.

Оборудование и материал: фарфоровый тигель, аналитические весы, щипцы, эксикатор, газовая горелка, железный штатив Бунзена с зажимами, ножницы.

Образцы растительной массы разных видов растений.

Критерии выставления оценок:

Оценка «5» - наличие правильно выполненных заданий.

Оценка «4» - наличие правильно выполненных заданий, но с незначительными ошибками.

Оценка «3» - наличие правильно выполненных с небольшими ошибками заданий.

Оценка «2» - наличие не выполненных заданий или выполненных заданий с большим количеством ошибок.

Самостоятельная работа.

Определить общую влажность и коэффициент влажности растительного материала, если масса свежих листьев составляет 4 г, а после сушки она уменьшилась до 3,2 г.

Тема 3. Основные закономерности миграции химических элементов в окружающей среде. Биогенная составляющая окружающей среды.

Лабораторная работа 3

Количественное определение почвенного гумуса в ландшафтах под разными фитоценозами (2 часа)

Цель: изучить органическое вещество как важнейший показатель биогенной миграции, получить практические навыки определения содержания гумуса в почвах под разными фитоценозами.

Задание 1. Определить количественное содержание гумуса по методу И.В. Тюрина в почвах под разными типами фитоценоза.

Порядок работы

1. Из каждого образца гумусового горизонта почвы, просеянной через сито с отверстиями 0,25 мм, берут среднюю пробу (20 – 30 г), из которой отбирают навеску в 1 г. С помощью препарировальной иглы удаляют растительные остатки (корешки).
2. На аналитических весах взвешивают 0,2 г отчищенного почвенного образца. Навеску осторожно переносят в коническую колбу объемом 100 мл и приливают из бюретки 10 мл 0,2 н раствора $K_2Cr_2O_7$, приготовленного в разведенной (1:1) серной кислоте.
3. Одновременно для проведения холостого опыта в такую же колбу без почвенной навески приливают хромовую смесь.
4. В колбу вставляют маленькую воронку, служащую холодильником, и ставят её на электроплитку с закрытой спиралью или песочную баню. Содержимое колбы доводят до кипения и кипятят 5 мин, не допуская сильного кипения. При нагревании начинается окисление гумуса, заметное по мелким пузырькам выделяющегося CO_2 . В процессе кипячения окраска раствора изменяется от оранжевой до буровато-коричневатой.
5. По истечении времени кипячения колбу снимают с плитки и охлаждают до комнатной температуры. Затем обмывают горло колбы из промывалки небольшим количеством дистиллированной воды.
6. К содержимому колбы аккуратно прибавляют несколько капель фенилантраниловой кислоты в качестве индикатора и при помощи бюретки производят титрование 0,2 н раствором соли Мора $FeSO_4 (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$. Окраска раствора изменяется от темно-бурой через фиолетовую и синюю до грязно-зеленоватой. После окрашивания раствора в синий цвет титровать необходимо очень осторожно, прибавляя раствор соли Мора по 1 капле и тщательно размешивая титруемую жидкость.

7. Количество гумуса вычисляют по формуле:

$$A = \frac{(a - b) \cdot N \cdot 0,003 \cdot 100}{\delta} \cdot 1,72,$$

где A – количество гумуса, % к сухой почве;

a – количество соли Мора при холостом определении, мл;

b – количество соли Мора, пошедшее на титрование после окисления гумуса;

N – нормальность соли Мора;

0,003 – граммовое значение мг-экв. углерода;

100 – коэффициент перевода на 100 г почвы;

1,72 – коэффициент перевода на гумус;

δ – навеска почвы, взятая для анализа.

Задание 2. Рассчитать коэффициент биологического поглощения по данным таблицы 5. Определить, какие химические элементы наиболее активно вовлекаются в биогенную миграцию.

Таблица 5

Содержание металлов (мг/кг) в сухом веществе растений Смоленской области

Металлы	Содержание металла в горной породе	Хвоя ели	K_b	Листья дуба	K_b	Листья березы	K_b
<i>Zn</i>	19,47	6,39		8,35		5,86	
<i>Cu</i>	3,52	2,53		6,03		6,31	
<i>Pb</i>	3,14	1,78		1,02		0,77	
<i>Mn</i>	92,82	124,8		325,3		358,3	
<i>Fe</i>	295,2	80,72		180,59		205,64	

Примечание. Для оценки интенсивности поглощения металла растениями из почвы используют коэффициент биологического поглощения (K_b). K_b отражает отношение содержания элемента в золе растений к содержанию в горной породе, из которой он поступает, и показывает направленность перераспределения рассеянных металлов в ландшафтах.

Задание 3. Проанализировать гистограмму зависимости основных химических свойств почвы от типа растительности, приведенную на рисунке 3.

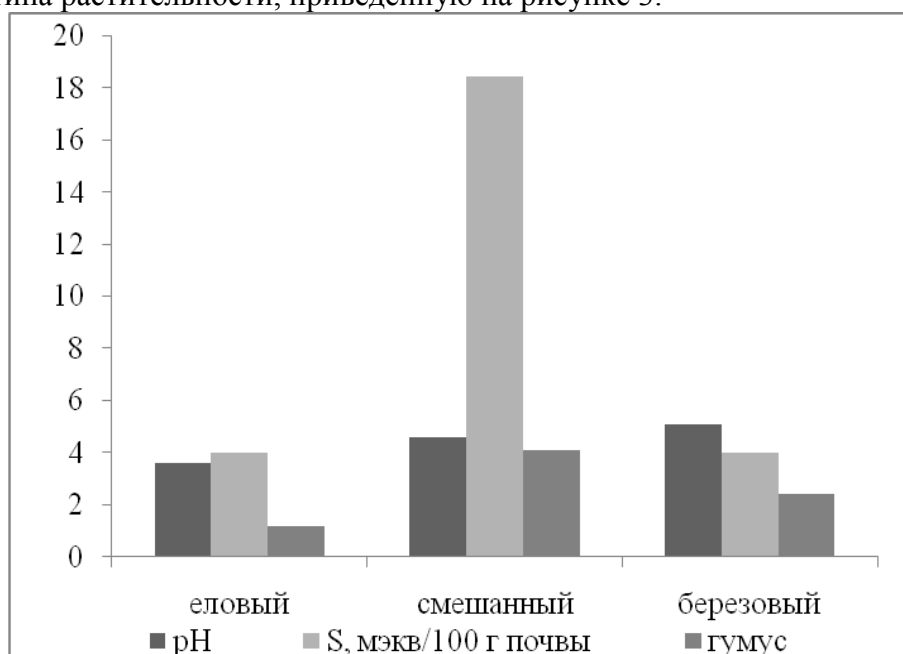


Рис. 3

Ответить на следующие вопросы:

1. В почвах каких фитоценозов определяется наиболее высокое содержание органического вещества? Почему?
2. Какая наблюдается связь между содержанием гумуса и другими химическими свойствами почвы?
3. Какие типы древесной растительности наиболее благоприятно влияют на плодородные свойства почв ландшафтовподзоны южной тайги?

Задание 4. На основании данных таблицы 6 выяснить: а) от чего зависит распределение содержания гумуса в почвах на Земле; б) в каких районах отмечаются наибольшее и наименьшее значения содержания органического вещества; в) чем вызваны изменения содержания гумуса в одном и том же тепловом поясе.

Таблица 6

Содержание гумуса в почвах различных физико-географических зон Земли

Зона	Радиационный баланс, ккал/см ² в год	Увлажнение, %	Продуктивность фитомассы, ц/га	Гумус, %
Тундровая	15	150	25	1 – 3
Таёжная	30	140 – 100	70	2,5 – 4,0
Широколиственная	45	149 – 100	120	4,0 – 6,0
Степная	46	50 – 30	90	7,0 – 10,0
Субтропических лесов	55	99 – 60	200	4,0 – 7,0
Пустынная	50 – 70	25 – 13	20	0,5 – 1,2
Саванновая	75	50 – 30	120	2,0 – 4,0
Гилея	73	150 – 100	400	2 – 3

Задание 5. Используя полученный в ходе выполнения задания 1 результат содержания гумуса в почве, рассчитать запасы гумуса и оценить гумусовое состояние исследуемой почвы, если известно, что мощность гумусового горизонта составляет 18 см, при плотности почвы 1,4 г/см³.

Основные показатели гумусового состояния почв приведены в таблице 7.

Таблица 7

Основные показатели гумусового состояния почв по Д.С. Орлову и Л.А. Гришиной (1981)

Признак	Уровень признака	Признак величины
Содержание гумуса, %	Очень высокое	>10
	Высокое	6 – 10
	Среднее	4 – 6
	Низкое	2 – 4
	Очень низкое	<2
Запасы гумуса в слое 20/100 см, т/га	Очень высокое	$> \frac{200}{600}$
	Высокое	$\frac{150 - 200}{400 - 600}$
	Среднее	$\frac{100 - 150}{200 - 400}$
	Низкое	$\frac{50 - 100}{100 - 200}$
	Очень низкое	$< \frac{50}{100}$

Примечание. Для решения задачи вначале находят массу слоя почвы, а затем вычисляют запасы гумуса.

Оборудование и материал: фарфоровая ступка с резиновым пестиком, аналитические весы, коническая колба объемом 100 мл, воронки диаметром 2 – 4 см, электрическая плитка, железный штатив с зажимами, бюретка объемом 50 см³.

Образцы гумусового горизонта почв под разными фитоценозами.

Реактивы: 0,4 н раствор $K_2Cr_2O_7$ в разбавленной (1:1) серной кислоте, 0,2 н раствор соли Мора, раствор фенилантраниловой кислоты.

Критерии выставления оценок:

Оценка «5» - наличие правильно выполненных заданий.

Оценка «4» - наличие правильно выполненных заданий, но с незначительными ошибками.

Оценка «3» - наличие правильно выполненных с небольшими ошибками заданий.

Оценка «2» - наличие не выполненных заданий или выполненных заданий с большим количеством ошибок.

Самостоятельная работа.

Подготовить эссе по теме «Микроэлементы и их физиологическая значимость в живых организмах».

Тема 4. Физико-химическая миграция элементов. Водная миграция химических элементов. Воздушная миграция химических элементов

Лабораторная работа 4

Потенциометрическое определение рН водных вытяжек(4 часа)

Цель: изучить методику определения концентрации водородных ионов в почвенных растворах элювиальных и иллювиальных горизонтов элементарных ландшафтов.

Основные понятия и ключевые сведения, необходимые для выполнения лабораторной работы

Для точного определения кислотности водной и солевой вытяжек почвы используют потенциометрический метод. С помощью этого метода *pH* вычисляется по разности электродных потенциалов двух электродов, которые опущены в почвенный раствор.

Один из стеклянных электродов – электрод сравнения, потенциал которого постоянен и не зависит от *pH* раствора, другой – индикаторный электрод, потенциал которого связан определенным образом с концентрацией водородных ионов в растворе. Для измерения электродвижущей силы используют приборы, называемые потенциометрами. В приложении 8 приведено описание лабораторного *pH*-метра-милливольметра *pH*-340 и порядок работы с ним.

Задание 1. Определить *pH* водной вытяжки элювиального и иллювиального горизонтов автономного элементарного ландшафта.

Порядок работы

1. Для анализа отбирают среднюю пробу почвы и взвешивают на технических весах 50 г. Затем ее размельчают, удаляют большие комки, отбирают корешки.

2. Из подготовленной таким образом почвы берут навеску 20 г и помещают в колбочку объемом 100 мл, затем приливают 50 мл дистиллированной воды без CO_2 и взбалтывают в течение 30 минут. Отношение почвы к раствору должно составлять 1 : 2,5, а для торфа и подстилки – 1 : 10, так как органическая масса впитывает большое количество раствора.

3. Раствор сливают в стакан и используют для измерения *pH*.

При приготовлении солевых вытяжек отношение почвы к раствору сохраняется (1 : 2,5), однако вместо дистиллированной воды используют 1,0 н раствор хлорида калия, *pH* которого должен иметь значение 6,0 (5,6 – 6,0). Обычно его *pH* несколько ниже, поэтому раствор 1,0 н KCl рекомендуется готовить из перекристаллизованной соли.

Задание 2. Определить, какая будет реакция почвы, если показатель *pH* составляет: а) 3,6; б) 4,4; в) 7,3; г) 6,2; д) 5,6.

Задание 3. Определить интенсивность водной миграции химических элементов в природных водах по данным таблицы 8.

Задание 4. Используя график содержания железа в реках Смоленской области, приведенный на рисунке 4, ответить на следующие вопросы: а) каковы общие закономерности в изменении содержания железа в разные сезоны года? б) чем вызваны максимальные и минимальные значения железа? в) чем обусловлены различия в величинах содержания железа разных рек?

Таблица 8

Содержание металлов в природных водах и почвообразующих породах Смоленской области

Металлы	Природные воды реки Малый Вопец	Почвообразующая порода	K_6
<i>Cu</i>	3,2	3,32	
<i>Zn</i>	5,1	9,14	
<i>Pb</i>	2,0	2,9	
<i>Fe</i>	180	259,2	

Примечание. Для характеристики интенсивности водной миграции элементов используют коэффициент водной миграции (K_6). Данный коэффициент равен отношению концентрации элемента в воде к его концентрации в почвообразующей породе района исследования.

Задание 5. Определить, при каком составе катионов почва имеет кислую, нейтральную, щелочную реакцию среды:

- а) Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , Al^{3+} ;
- б) Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ;
- в) Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ ;
- г) Ca^{2+} , Mg^{2+} .

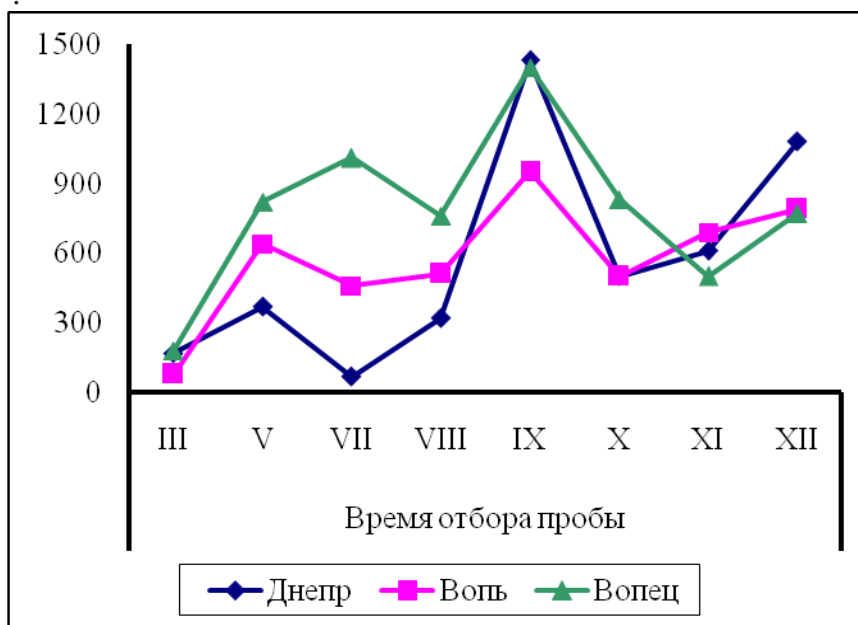


Рис. 4

Задание 6. По данным анализа водной вытяжки составить график распределения pH по профилю почвы (табл. 9).

Таблица 9

pH водной вытяжки профилей дерново-подзолистой и дерново-подзолисто-глеевой почв на лессовидном суглинке

Дерново-подзолистая почва			Дерново-подзолисто-глееватая почва		
Горизонт	Глубина, см	$pH (H_2O)$	Горизонт	Глубина, см	$pH (H_2O)$
A_1	3 – 10	4,6	A_1	0 – 23	5,5

A_1A_2	10 – 30	4,8	A_2	23 – 34	4,5
A_2	30 – 37	4,55	B_g	34 – 90	5,0
B	37 – 75	4,8	BC	90 – 110	5,6
BC	75 – 120	4,9	C	110 – 150	5,5

Оборудование и материал: рН-метр, колбы, стаканы, весы.

Элювиальные и иллювиальные горизонты дерново-подзолистой почвы автономного элементарного ландшафта.

Реактивы: дистиллированная вода.

Критерии выставления оценок:

Оценка «5» - наличие правильно выполненных заданий.

Оценка «4» - наличие правильно выполненных заданий, но с незначительными ошибками.

Оценка «3» - наличие правильно выполненных с небольшими ошибками заданий.

Оценка «2» - наличие не выполненных заданий или выполненных заданий с большим количеством ошибок.

Самостоятельная работа.

Определить массу водорастворимых солей, ежегодно переносимых из Мирового океана на континент, если известно, что с океана на сушу переносится с воздушными массами $44 \cdot 10^{12}$ м³ атмосферных осадков, а среднее значение минерализации осадков над океанами близко к 10 мг/л.

Тема 4. Физико-химическая миграция элементов. Водная миграция химических элементов. Воздушная миграция химических элементов

Лабораторная работа 5

Определение суммы растворимых веществ и суммы обменных катионов кальция и магния в атмосферных осадках(4 часа)

Цель: изучить особенности атмосферной миграции, получить практические навыки определения суммы растворимых веществ и суммы обменных катионов кальция и магния в атмосферных осадках.

Задание 1. Определить сумму растворимых веществ в атмосферных осадках.

Порядок работы

1. В предварительно высушенный стакан объемом 400 мл помещают безводный Na_2CO_3 в количестве, в 2 – 3 раза превышающем предполагаемое содержание растворенных солей в анализируемом объеме пробы.

2. Стакан с карбонатом натрия взвешивают, затем в него наливают соответствующее количество талой воды. Выпариваемая жидкость должна занимать немного больше половины стакана. Если проба превышает этот объем, его упаривают по частям.

3. Полученный раствор ставят на плитку с закрытой спиралью или не слишком горячую песчаную баню и выпаривают.

В случае использования песчаной бани следят за тем, чтобы не было кипения воды и разбрызгивания в конце выпаривания. Для удаления возможной накипи или загрязнений из песка стакан обтирают сначала фильтровальной бумагой, смоченной разбавленной соляной кислотой, а затем сухой бумагой.

4. Далее, когда в стакане останется плотный остаток, его помещают в термостат и сушат при 150°C в течение 2 – 3 часов.

5. После полного испарения воды стакан переносят в эксикатор, охлаждают и определяют его массу на аналитических весах. Затем определяют массу сухого остатка на литр воды по формуле:

$$X = \frac{(a - b) \cdot 1000}{V},$$

где X – сухой остаток, мг/л;

a – вес стакана с сухим остатком, мг;

b – вес стакана с содой, мг;

V – объем исследуемой воды, мл.

Задание 2. Определить сумму Ca и Mg в атмосферных осадках.

Порядок работы

1. Помещают 100 мл пробы талой воды в коническую колбу объемом 250 мл и подогревают на плитке до 60 – 70°C. Затем приливают 5 мл аммиачного буферного раствора для создания щелочной реакции.

2. К полученному раствору прибавляют 10 – 15 мг индикатора хромогена черного и титруют 0,01 или 0,05 н раствором трилона Б при энергичном помешивании до перехода окраски раствора от вишнево-красной через фиолетово-синюю в чисто голубую. При прибавлении избытка трилона окраска не меняется.

3. Записывают количество трилона Б, пошедшее на титрование. Вычисление суммы кальция и магния производится по уравнению:

$$S = \frac{a \cdot N \cdot 1000}{b},$$

где S – сумма кальция и магния, мг-экв/л;

a – количество трилона, пошедшее на титрование, мл;

N – нормальность раствора трилона;

1000 – перевод на литр;

b – объем пробы, взятой на анализ, мл.

Задание 3. Вычислить, сколько в течение года на 1 м² площади поступает кальция с атмосферными осадками, если известно, что количество атмосферных осадков составляет 630 мм/год, а концентрация в них кальция – 1,9 мг/л.

Задание 4. По данным таблицы 11 построить диаграмму изменения химического состава атмосферных осадков Смоленской области в течение года и определить: а) как отличается состав осадков теплого и холодного периода; б) в какие периоды преобладают ионы океанического происхождения и чем это обусловлено.

Таблица 11

Химический состав атмосферных осадков Смоленской области

Месяц	Ионы, мг/л						
	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-
Январь	2,12	1,02	0,34	1,7	1,9	8,52	4,6
Апрель	1,27	2,11	0,33	2,61	1,47	11,02	5,7
Июль	1,62	2,01	0,29	2,35	1,51	10,57	4,89
Октябрь	2,45	1,47	0,27	1,72	1,68	9,82	3,43

Задание 5. Определить интенсивность атмосферной миграции химических элементов по данным таблицы 12.

Таблица 12

Рассеянные элементы в пыли, собранной с листьев древесных растений г. Смоленска

Металлы, мг/кг золы	Место сбора пыли		Кларк элемента в земной коре	$K_{ак}$
	Район улицы Тенишевой, с листьев липы	Окрестности «завода радиодеталей», с листьев тополя		
Zn	209,81	137,7	83	
Cu	84,96	55,56	47	

<i>Pb</i>	69,99	52,71	16	
-----------	-------	-------	----	--

Примечание. Показателем, отражающим интенсивность атмосферной миграции химических элементов, является коэффициент аэрозольной концентрации элементов ($K_{ак}$), который определяется как отношение содержания элемента в пыли к кларку земной коры.

Оборудование и материал: аналитические весы с разновесами, стакан объемом 400 мл, коническая колба объемом 250 мл, электрическая плитка, железный штатив с зажимами, бюретка емкостью 50 см³.

Пробы талой воды.

Реактивы: безводный Na_2CO_3 , раствор трилона Б, аммиачный буферный раствор, индикатор хромаген черный.

Критерии выставления оценок:

Оценка «5» - наличие правильно выполненных заданий.

Оценка «4» - наличие правильно выполненных заданий, но с незначительными ошибками.

Оценка «3» - наличие правильно выполненных с небольшими ошибками заданий.

Оценка «2» - наличие не выполненных заданий или выполненных заданий с большим количеством ошибок.

Самостоятельная работа.

Подготовить доклад по теме занятия.

Тема 5. Механическая миграция химических элементов

Лабораторная работа 6

Определение гранулометрического состава почв сопряженных ландшафтов (4 часа)

Цель: изучить особенности механической миграции химических элементов в ландшафтах, получить практические навыки определения гранулометрического состава почв сопряженных ландшафтов.

Задание 1. Определить гранулометрический состав почв автономных и подчиненных ландшафтов.

Порядок работы

1. Берут среднюю пробу каждого образца в количестве 50 г, размельчают большие комки и отбирают корешки.

2. Из приготовленной таким образом почвы берут навеску 10 г и помещают в коническую колбу объемом 750 мл. Затем приливают 250 мл дистиллированной воды, а для диспергации почвы добавляют 1 мл 1 н раствора едкой щелочи ($NaOH$). Содержимое колбы тщательно взбалтывают, затем в течение 2 часов встряхивают. Полученный раствор ставят на плитку с закрытой спиралью или на не слишком горячую песчаную баню и кипятят. (Эта работа проводится заранее перед занятием.)

3. Пока готовится содержимое колбы, взвешивают на аналитических весах и записывают точную массу каждого стакана, предварительно подписанного карандашом по стеклу.

4. Затем раствор остужают и пропускают через сито 0,25 мм и 0,5 мм на стеклянной воронке, вставленной в мерный цилиндр объемом 1000 мл. Остаток с сита – это частицы размером 1 – 0,25 мм. Их смывают в предварительно взвешенный стаканчик, а затем выпаривают до постоянной температуры и взвешивают.

5. Объем суспензии в цилиндре доводят дистиллированной водой до 1000 мл и затем берут пробы пипеткой объемом 25 мл для определения механических элементов с различной глубины. Перед взятием каждой фракции суспензия в цилиндрах взмучивается в течение 1 минуты.

При $t = 20^\circ C$

1 проба – глубина 25 см, частицы < 0,05 мм, 2 мин;

2 проба – глубина 10 см, частицы < 0,01 мм, 20 мин;

3 проба – глубина 10 см, частицы < 0,005 мм, 1 ч 17 мин;
 4 проба – глубина 7 см, частицы < 0,001 мм, 22 ч 30 мин.

При $t = 28^{\circ}\text{C}$

1 проба – глубина 25 см, частицы < 0,05 мм, 1,3 мин;
 2 проба – глубина 10 см, частицы < 0,01 мм, 15 мин;
 3 проба – глубина 10 см, частицы < 0,005 мм, 1 ч;
 4 проба – глубина 7 см, частицы < 0,001 мм, 17 ч.

6. Содержимое пипетки помещают в заранее взвешенный и пронумерованный стаканчик, после этого, не добавляя воды, снова взбалтывают содержимое колбы и засекают время.

7. Стаканчик с отобранной пробой выпаривают на песчаной бане и высушивают в термостате при температуре 105°C . Затем стаканчик охлаждают в эксикаторе и взвешивают. После установления постоянной массы от неё отнимают массу стаканчика, получая массу фракции. Процентное содержание фракций рассчитывают по следующим формулам:

$$P = \frac{b \cdot 100 \cdot K}{c},$$

где P – количество крупного и среднего песка (1 – 0,25 мм), %;

b – вес частиц оставшихся в сите, г;

c – навеска воздушно-сухой почвы взятая на механический анализ, г;

100 – коэффициент пересчета на 100 г почвы;

K – коэффициент пересчета на сухую почву. $K = 2,04$;

$$m = 100 - (p + n_1),$$

где m – количество мелкого песка (0,25 – 0,05), %;

p – количество крупного и среднего песка, %;

n_1 – количество частиц первой пробы, %.

$$n_1 = \frac{F \cdot V \cdot 100 \cdot K}{V_1 \cdot C},$$

где n_1 – количество частиц первой пробы, %;

F – вес первой пробы (в граммах), г;

V – объем суспензии в цилиндре, мл;

100 – коэффициент пересчета на 100 г почвы;

K – коэффициент пересчета на сухую почву;

V_1 – объем взятой пробы, мл;

C – навеска почвы взятая для механического анализа, г.

Также рассчитывают количество частиц в процентах второй, третьей и четвертой проб.

$$C_{кр} = n_1 - n_2,$$

где $C_{кр}$ – содержание крупной пыли (0,05 – 0,01 мм) в процентах;

n_1 – первая проба;

n_2 – вторая проба.

$$C_{ср} = n_2 - n_3,$$

где $C_{ср}$ – содержание средней пыли (0,01 – 0,005 мм) в процентах;

n_2 – вторая проба;

n_3 – третья проба.

$$C_{мр} = n_3 - n_4,$$

где $C_{мр}$ – содержание мелкой пыли (0,005 – 0,001 мм) в процентах;

n_3 – третья проба;

n_4 – четвертая проба.

Содержание ила (0,001 мм) равно количеству частиц четвертой пробы в процентах.

Задание 2. По данным гранулометрического анализа (табл. 13) определить полное название почвы и описать характер изменения гранулометрического состава по профилю. По приложению 4 проверить свои результаты.

Задание 3. По данным таблицы 13 вычислить коэффициент структурности гумусового горизонта.

Примечание. Коэффициентом структурности называется отношение массы мезоагрегатов (0,25 – 10 мм) к массе остальных фракций (микро- и макроагрегатов < 0,25 и > 10 мм).

$$K_c = \frac{a}{b} \cdot 100,$$

где a – сумма агрегатов размером от 0,25 до 10 мм, %;

b – сумма микроагрегатов < 0,25 мм и глыб > 10 мм, %.

Таблица 13

Гранулометрический состав почвы

Горизонт	Глубина отбора образца, см	Содержание фракц. в % от абс. сухой почвы					
		1 – 0,25 мм	0,25 – 0,05 мм	0,05 – 0,01 мм	0,01 – 0,005 мм	0,005 – 0,001 мм	менее 0,001 мм
A1	0-13	0,1	29,3	42,4	8,3	11,5	8,4
A2	40-60	0,2	10,4	62,2	17,3	3,5	6,4
B	60-95	1,9	31,6	38,6	4,6	10,5	12,8
C	95-120	2,5	24,7	61,5	3,5	2,5	5,3

Задание 4. Проанализировать график гранулометрического состава лессовидного суглинка и морены Смоленской области, приведенный на рисунке 7, и ответить на вопросы: а) какая фракция преобладает в лессовидном суглинке, а какая в морене? б) почему почвы, сформированные на морене отличаются дефицитом основных катионов в почвенном поглощающем комплексе при значительном насыщении ионами водорода?

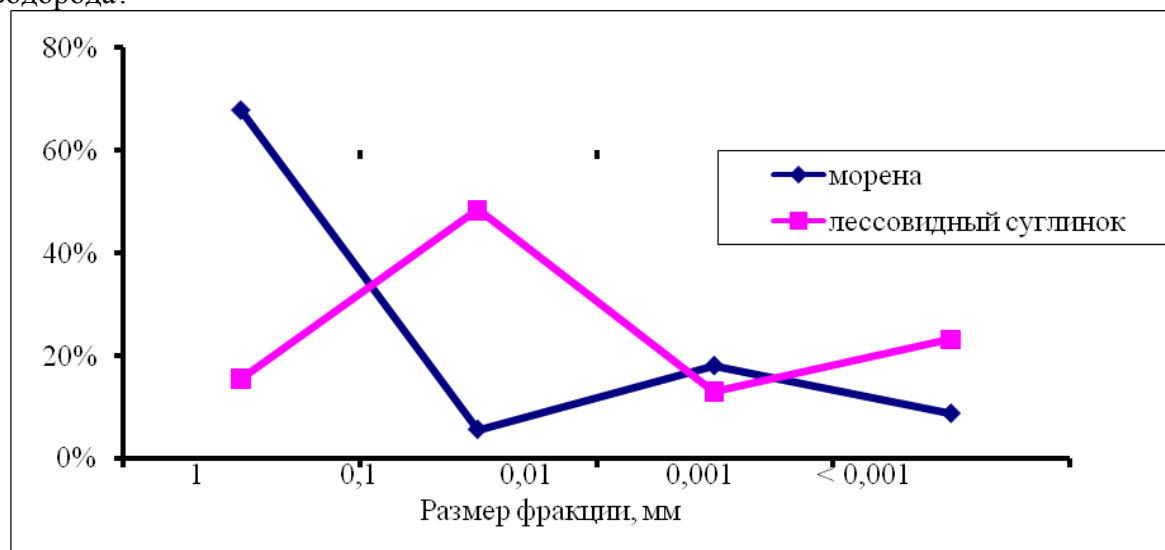


Рис. 7

Задание 5. По рисунку 8 провести анализ распределения фракции песка и глины по профилю почвы и определить почвенные горизонты, где наблюдаются максимальные и минимальные значения содержания фракций песка и глины. Объяснить, чем обусловлено такое распределение.

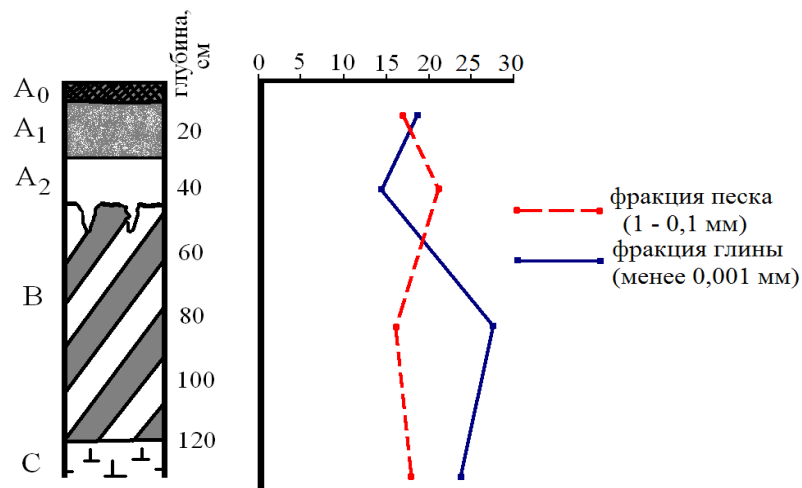


Рис. 8

Оборудование и материал: аналитические весы с разновесами, коническая колба объемом 750 мл, цилиндры объемом 1,0 л, пипетки объемом 25 мл, стеклянные воронки, сита с отверстиями 0,25 мм и 0,5 мм, мешалка, стаканы, электроплитка, промывалка, асбестированные сетки, карандаши по стеклу.

Реактивы: дистиллированная вода, 1 н раствор едкой щелочи.

Критерии выставления оценок:

Оценка «5» - наличие правильно выполненных заданий.

Оценка «4» - наличие правильно выполненных заданий, но с незначительными ошибками.

Оценка «3» - наличие правильно выполненных с небольшими ошибками заданий.

Оценка «2» - наличие не выполненных заданий или выполненных заданий с большим количеством ошибок.

Самостоятельная работа.

По механическому составу дать полное название дерново-подзолистой почвы, содержащей 27% фракции физической глины.

Тема 6. Техногенная миграция химических элементов

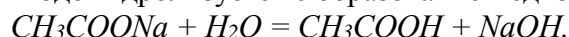
Лабораторная работа 7

Определение гидролитической кислотности в агроландшафтах (Ачаса)

Цель: установить особенности физико-химических процессов в трансформированных ландшафтах, получить практические навыки определения гидролитической кислотности в почвах агроландшафтов.

Основные понятия и ключевые сведения, необходимые для выполнения лабораторной работы

Показатель гидролитической кислотности обозначает концентрацию водного иона (H^+) в почве. Полностью его можно извлечь 1,0 н раствором уксуснокислого натрия (CH_3COONa), который в воде гидролизует с образованием едкого натра:



Находящийся в ионном состоянии Na^+ вытесняет из почвенного раствора поглощенный ион водорода, занимая его место.

Гидролитическая кислотность определяется по методу Каппена.

Задание 1. Определить гидролитическую кислотность в почвах агроландшафтов.

Порядок работы

1. На технических весах взвешивают 40 г предварительно растертой в ступке и просеянной воздушно-сухой почвы. Навеску осторожно переносят в коническую колбу объемом 300 мл и приливают из 100 мл 1,0 н раствора уксуснокислого натрия (CH_3COONa). pH раствора должен быть около 8,2.

2. Полученный раствор взбалтывают в течение 5 мин и оставляют на 30 мин.

3. После отстаивания содержимое колбы взбалтывают и фильтруют через сухой складчатый фильтр. Первые мутные порции фильтрата вновь пропускают через этот же фильтр.
4. Из полученного раствора берут пипеткой 50 мл прозрачной жидкости. Фильтрат переносят в колбочку, прибавляют туда 1 – 2 капли фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором едкого натра ($NaOH$) до бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение минуты, и записывают количество раствора $NaOH$, пошедшего на титрование.
5. Значение гидролитической кислотности вычисляют в мг-экв/100 г по следующей формуле:

$$H = a \cdot 10 \cdot 1,75 \cdot 0,1,$$

где H – гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г;

a – количество раствора $NaOH$, израсходованного на титрование, мл;

10 – множитель пересчета на 100 г почвы;

1,75 – поправка на неполное вытеснение ионов водорода при однократной обработке почвы раствором уксуснокислого натрия;

0,1 – нормальность раствора едкого натра.

Задание 2. Определить значение насыщенности почв основаниями по данным таблицы 14.

Примечание. Степень насыщенности почв основаниями – это величина, указывающая на некоторые свойства почвы. По ней можно судить о преобладании в почвенном поглощающем комплексе оснований ($Ca+Mg$), или преобладании иона водорода (H^+), которые влияют на общие физико-химические свойства почвы.

Зная значение гидролитической кислотности и сумму обменных оснований, можно вычислить степень насыщенности почвы основаниями по формуле:

$$V = \frac{S}{S+H} \cdot 100\%,$$

где V – степень насыщенности почвы основаниями, %;

S – сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г почвы;

H – гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г почвы.

Таблица 14

Определение степени насыщенности почвы основаниями

Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г почвы	Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г почвы	Степень насыщенности почвы основаниями, %
18,4	8,28	
13,6	15,9	
13	9,5	
20,4	12,2	
14	15,5	
12,8	14,2	

Задание 3. Вычислить потребность в известии исследуемого образца пахотного горизонта почвы агроландшафта мощностью 20 см на площади 1 га.

Примечание. Потребность почвы в известии вычисляется по значению гидролитической кислотности. Для нейтрализации гидролитической кислотности на каждый миллиграмм-эквивалент в 100 г почвы необходимо внести 0,05 г углекислого кальция (соответственно на 1 кг – 0,5 г, 1000 кг – 500 г).

Объемную массу пахотного горизонта дерново-подзолистых почв можно принять равной $1,5 \text{ г/см}^3$. В этом случае масса пахотного горизонта глубиной 20 см на площади 1 га будет равна 3000 т. Таким образом, на площади в 1 га при мощности пахотного горизонта 20 см для понижения кислотности на 1 миллиграмм-эквивалент потребуется:

$$3000 \cdot 0,5 = 1500 \text{ (кг известии)}.$$

Для полной нейтрализации необходимо эту величину увеличить на число миллиграмм-эквивалентов водорода гидролитической кислотности.

Задание 4. Определить изменение степени насыщенности почвы основаниями, если происходит уменьшение гидролитической кислотности с 10 мг-экв/100 г до 4 мг-экв/100 г и увеличение суммы оснований с 3 мг-экв/100 г до 8 мг-экв/100 г. При каких приемах могут происходить такие изменения указанных агрохимических показателей?

Оборудование и материал: фарфоровая ступка с пестиком, сито с отверстиями диаметром 1 мм, технические весы с разновесами, фильтры, две конические колбы (с резиновыми пробками) объемом 300 мл, два химических стакана, две стеклянные воронки, два железных штатива, бюретка в штативе, пипетка объемом 50 мл.

Реактивы: 1,0 н раствор уксуснокислого натрия, 0,1 н раствор едкого натра, раствор фенолфталеина.

Критерии выставления оценок:

Оценка «5» - наличие правильно выполненных заданий.

Оценка «4» - наличие правильно выполненных заданий, но с незначительными ошибками.

Оценка «3» - наличие правильно выполненных с небольшими ошибками заданий.

Оценка «2» - наличие не выполненных заданий или выполненных заданий с большим количеством ошибок.

Самостоятельная работа.

1. Установить, как изменится гидролитическая кислотность, равная 1,5 мг-экв/100 г, при снижении $pH_{\text{сол}}$ с 6,5 до 4,5.

2. Подготовить **портфолио** «Зональные особенности антропогенной трансформации окружающей среды».

Тема 6. Техногенная миграция химических элементов

Лабораторная работа 8

Определение содержания подвижного цинка в почвах города (4 часа)

Цель: определить особенности техногенной миграции цинка в урбаногемах, получить практические навыки определения микроэлементов в почве.

Задание 1. Определить содержание подвижного цинка в почвах города.

Порядок работы

1. На технических весах взвешивают 10 г почвы, помещают её в колбочку объемом 200 мл, затем пипеткой приливают 100 мл 1 н раствора хлористого калия. Периодически взбалтывают в течение 30 мин.

2. Вытяжку фильтруют в коническую колбу через складчатый фильтр, отмытый от следов микроэлементов. Одновременно готовят холостые пробы.

3. В делительную воронку на 100 мл помещают 50 мл вытяжки, к которой приливают 10 мл маскирующего раствора и встряхивают. Затем добавляют 10 мл рабочего раствора дитизона, после чего тщательно перемешивают в течение 1 мин.

4. После разделения фаз нижний слой дитизоната цинка сливают в кювету колориметра с толщиной слоя 1 см и колориметрируют при длине волны 538 нм (зеленый светофильтр). Полученные значения сравнивают с нулевым образцовым раствором. Содержание цинка в почве находят по калибровочному графику и вычитают из него результат холостой пробы.

Задание 2. По данным анализа содержания микроэлементов в почвах автономных и подчиненных ландшафтов определить коэффициент геохимического сопряжения (табл. 16).

Таблица 16

Содержание металлов в почвах автономных и подчиненных ландшафтов Смоленской области

Элементарный ландшафт	Металлы, мг/кг
-----------------------	----------------

	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Mn</i>	<i>Pb</i>	<i>Fe</i>
Автономный ландшафт	2,04	9,56	70,96	3,33	252,3
Подчиненный ландшафт	2,91	13,66	71	6,34	271,1

Примечание. Для выявления эффекта геохимического сопряжения используют коэффициент K_z , равный отношению концентрации металла в гумусовом горизонте почвы геохимически подчиненного ландшафта к концентрации этого металла в гумусовом горизонте почвы автономного ландшафта.

Задание 3. Определить коэффициент аномальности (K_a) цинка для исследуемого образца урбанозема, если модальное (наиболее часто встречающееся) значение цинка в «фоновых» (природных) ландшафтах Смоленского района составляет 12,5 мг/кг.

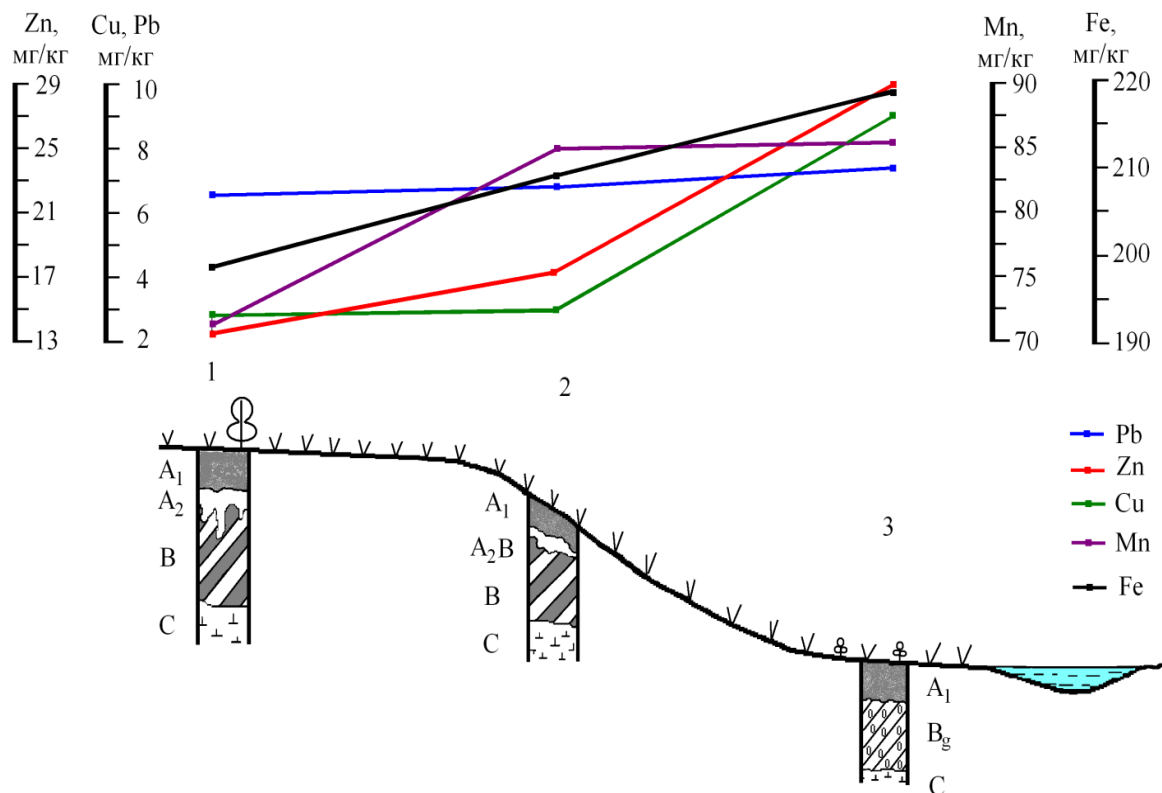
Примечание. Для характеристики техногенных изменений используется коэффициент аномальности (K_a), который был предложен В.В. Добровольским (1999). Этот коэффициент представляет собой отношение среднего значения концентрации металла в загрязненной почве к природной норме.

Задание 4. Определить технофильность железа и марганца, если известно, что ежегодная добыча элементов составляет соответственно $3,1 \cdot 10^8$ и $6,0 \cdot 10^6$ тонн в год.

Задание 5. Дать характеристику населенному пункту, в котором вы проживаете, используя следующий план:

- а) природные условия территории;
- б) особенности состояния функциональных зон;
- в) экологические последствия функционирования городских ландшафтов.

Задание 6. Проанализировать ландшафтную катену, приведенную на рисунке 10. Выявить основные закономерности в распределении геохимически подвижных форм металлов, найти геохимический барьер.



1 – дерново-подзолистая почва элювиального ландшафта,
 2 – дерново-подзолистая слабосмытая почва трансэлювиального ландшафта,
 3 – дерново-глееватая почва аккумулятивного ландшафта.

Рис. 10

Оборудование и материал: колориметр фотоэлектрический КФК, весы технические, колбы объемом 200 мл, пипетки, колбы конические объемом 100 мл, делительные воронки объемом 100 мл, фильтровальная бумага, промывалка.

Реактивы: 1 н раствор калия хлористого, рабочий раствор дитизона, маскирующий раствор.

Критерии выставления оценок:

Оценка «5» - наличие правильно выполненных заданий.

Оценка «4» - наличие правильно выполненных заданий, но с незначительными ошибками.

Оценка «3» - наличие правильно выполненных с небольшими ошибками заданий.

Оценка «2» - наличие не выполненных заданий или выполненных заданий с большим количеством ошибок.

Самостоятельная работа.

Подготовить реферат по теме «Влияние хозяйственной деятельности человеческого общества на геохимические циклы элементов».

Тема 7. Общие принципы геохимической классификации ландшафтов.

Геохимические карты. Основные закономерности размещения элементарных и геохимических ландшафтов

Лабораторная работа 9

Анализ особенностей размещения элементарных и геохимических ландшафтов (2 часа)

Цель: выяснить основные закономерности размещения элементарных и геохимических ландшафтов.

Задание 1. Составить ландшафтно-геохимическую карту мира, используя тематические карты. Нанести цветом основные ландшафтно-геохимические типы и семейства. По возможности штриховкой обозначить классы.

Задание 2. Начертить схемы типичных вариантов геохимического сопряжения элементарных ландшафтов подзоны южной тайги.

Задание 3. По данным химических анализов определить тип почвы и указать ее географическое расположение.

Таблица 14

Химические свойства почвы

Горизонт	Глубина, см	рН (Н ₂ O)	Обменная кислотность	Гидролит. кислотность	Сумма поглощен. о снов.	Степень насыщ. основания ми, %	Гумус, %
				мг-экв/100 г почвы			
A ₁	3 – 10	4,6	3,73	15,9	18,4	53,64	4
A ₁ A ₂	10 – 30	4,8	3,85	15,5	13,6	46,74	0,7
A ₂	30 – 37	4,55	3,5	12,2	13	51,5	0,4
B	37 – 75	4,8	3,6	15,5	20,4	56,82	0,05
BC	75 – 120	4,9	3,45	14,2	14	49,65	0,01
C	120 – ?	5,2	4,1	10,4	12,8	55,17	0,03

Оборудование: географический атлас, контурная карта мира.

Критерии выставления оценок:

Оценка «5» - наличие правильно выполненных заданий.

Оценка «4» - наличие правильно выполненных заданий, но с незначительными ошибками.

Оценка «3» - наличие правильно выполненных с небольшими ошибками заданий.

Оценка «2» - наличие не выполненных заданий или выполненных заданий с большим количеством ошибок.

Самостоятельная работа.

1. Подготовить компьютерную презентацию «Геохимия основных типов ландшафта».
2. Постройте комплексный профиль по данным геоботанической, физико-географической и почвенной карт.

Самостоятельная работа

Основные виды самостоятельной работы студентов – работа с литературными источниками, картографическими материалами, для более глубокого ознакомления с основами геохимии ландшафтов. Результаты работы оформляются в виде электронных презентаций, в письменном виде как рефераты или заслушиваются как устные доклады с последующим обсуждением.

6. Фонд оценочных средств

компетенция	этапы формирования (семестр)	дисциплины, практики, НИР, ГИА	критерии	показатели (по уровням)
<p>ПК-18 владение знаниями в области теоретических основ геохимии и геофизики окружающей среды, основ природопользования, экономики природопользования, устойчивого развития.</p>	<p>3</p>	<p>Б1.В.ОД.8 Геохимия окружающей среды</p>	<p>Знаниевый (знать)</p>	<p>Отлично: Обладает знаниями в области теоретических основ геохимии окружающей среды, понимает закономерностей миграции химических элементов связанных с природными и антропогенными факторами, знает зональные особенности антропогенной трансформации окружающей среды.</p> <p>Хорошо: В основном знает теоретические основы геохимии окружающей среды, понимает закономерностей миграции химических элементов связанных с природными и антропогенными факторами, при ответе могут быть допущены 2-3 незначительные ошибки.</p> <p>Удовлетворительно: Недостаточно знает теоретические основы геохимии окружающей среды, не полностью понимает закономерностей миграции химических элементов связанных с природными и антропогенными факторами, не может четко определить зональные особенности антропогенной трансформации окружающей среды, при ответе может быть допущена одна существенная ошибка или ответ неполный, неточный.</p> <p>Неудовлетворительно: Не знает теоретические основы геохимии окружающей среды, не понимает закономерностей миграции химических элементов связанных с природными и антропогенными факторами, не может определить</p>

				зональные особенности антропогенной трансформации окружающей среды
			Деятельностный (уметь, владеть)	<p>Отлично: умеет излагать и критически анализировать базовую информацию в геохимии использовать теоретические знания на практике, умеет проводить исследования в лабораторных условиях, выполнять биогеохимическую интерпретацию свойств компонентов окружающей среды, выявлять степень трансформации биогеоценозов в результате воздействия на них различных антропогенных факторов; владеет навыками и приемами необходимым инструментарием комплексного геохимического анализа, владеет навыками самостоятельной работы.</p> <p>Хорошо: в основном умеет излагать и критически анализировать базовую информацию в геохимии использовать теоретические знания на практике, проводить исследования в лабораторных условиях, выполнять биогеохимическую интерпретацию свойств компонентов окружающей среды, выявлять степень трансформации биогеоценозов в результате воздействия на них различных антропогенных факторов; в основном владеет навыками и приемами необходимым инструментарием комплексного геохимического анализа, владеет навыками самостоятельной работы.</p> <p>Удовлетворительно: недостаточно умеет излагать и критически анализировать базовую информацию в геохимии использовать теоретические знания на практике, проводить исследования в лабораторных условиях, выполнять биогеохимическую интерпретацию свойств компонентов окружающей среды, недостаточно точно</p>

				<p>выявляет степень трансформации биогеоценозов в результате воздействия на них различных антропогенных факторов;</p> <p>слабо владеет навыками и приемами необходимым инструментарием комплексного геохимического анализа, слабо владеет навыками самостоятельной работы.</p> <p>Неудовлетворительно:</p> <p>не умеет излагать и критически анализировать базовую информацию в геохимии использовать теоретические знания на практике, проводить исследования в лабораторных условиях, выполнять биогеохимическую интерпретацию свойств компонентов окружающей среды, не умеет выявляет степень трансформации биогеоценозов в результате воздействия на них различных антропогенных факторов;</p> <p>не владеет навыками и приемами необходимым инструментарием комплексного геохимического анализа, не владеет навыками самостоятельной работы.</p>
--	--	--	--	--

Оценочные средства (примеры)

1) Требования к написанию реферата

Реферат (от латинского «*referre*» – докладывать, сообщать) – небольшая письменная работа, посвященная определенной теме, обзору источников по какому-то направлению. Обычно целью реферата является – сбор и систематизация знаний по конкретной теме или проблеме.

Структурными элементами реферата являются:

1) титульный лист;

Титульный лист является первой страницей реферата, служит источником информации, необходимой для обработки и поиска документа.

На титульном листе приводят следующие сведения:

наименование ВУЗа; наименование факультета; наименование кафедры; тема реферата; фамилия и инициалы студента (слушателя); должность, ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя реферата; место и дата составления реферата

2) оглавление;

Оглавление включает введение, наименование всех глав, разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование) и заключение с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы реферата.

3) введение;

Введение должно содержать оценку современного состояния решаемой проблемы. Во введении должны быть показаны актуальность темы, цели и задачи, которые будут рассматриваться в реферате, а также методы, которыми воспользовался студент для рассмотрения данной темы работы.

4) основная часть;

Основную часть реферата следует делить на главы или разделы (не менее 2-х). Разделы основной части могут делиться на пункты и подразделы. Пункты, при необходимости, могут делиться на подпункты. Каждый пункт должен содержать законченную информацию.

5) заключение;

Должно содержать краткое обобщение и выводы по результатам выполненной работы

6) список использованных источников;

Сведения об источниках приводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1. - 2003

7) приложения.

В приложения рекомендуется включать материалы, связанные с выполненной работой, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть.

В приложения могут быть включены:

- 1) материалы, дополняющие реферат;
- 2) таблицы вспомогательных цифровых данных;
- 3) иллюстрации вспомогательного характера;
- 4) другие документы.

Правила оформления реферата

Реферат должен быть выполнен машинописным способом на одной стороне листа белой бумаги через полтора интервала и 14 шрифтом .

Текст реферата следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: левое - не менее 30 мм, правое - не менее 10 мм, верхнее - не менее 15 мм, нижнее - не менее 20 мм.

Объем реферата: не более 20 страниц.

Все линии, буквы, цифры и знаки должны быть одинаково черными по всему реферату.

Заголовки структурных элементов реферата и разделов основной части следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами, не подчеркивая.

Страницы реферата следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту отчета. Номер страницы проставляют посередине листа в нижнем поле без точки в конце.

Титульный лист включают в общую нумерацию страниц реферата. Номера страниц на титульном листе и в оглавлении не проставляют.

Ссылки на источники следует указывать порядковым номером по списку источников, выделенным двумя косыми чертами. Оформление ссылок - по ГОСТ 7.1.-2003.

Критерии и показатели, используемые при оценивании реферата

Критерии	Показатели
1. Новизна реферированного текста Макс. - 5 баллов	- актуальность проблемы и темы; - новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы; - наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.
2. Степень раскрытия сущности проблемы Макс. - 5 баллов	- соответствие плана теме реферата; - соответствие содержания теме и плану реферата; - владение понятийным аппаратом; - полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы; - обоснованность способов и методов работы с материалом; - умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал;
3. Обоснованность выбора источников Макс. - 5 баллов	- круг, полнота использования литературных источников по проблеме; - привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).
4. Выводы по изложенной информации с указанием практической значимости работы Макс. – 5 баллов	- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.
4. Соблюдение требований к оформлению Макс. – 5 баллов	- правильное оформление ссылок на используемую литературу; - соблюдение требований к объему реферата; - культура оформления: выделение абзацев.
5. Грамотность Макс. - 5 баллов	- грамотность и культура изложения; - отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей; - отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых; - литературный стиль.
6. Приложения – фотографии, схемы, чертежи, карты, статистические данные, диаграммы) Макс. – 5 баллов	- наличие материалов содержательно иллюстрирующих и дополняющих текст реферата; - приложения оформлены в соответствии с требованиями

Оценивание реферата

Реферат оценивается по балльной шкале, баллы переводятся в оценки успеваемости следующим образом:

- 25 и более баллов – «отлично»;
- 19 – 24 баллов – «хорошо»;
- 15 – 18 баллов – «удовлетворительно»;
- менее 15 баллов – «неудовлетворительно».

Баллы учитываются в процессе текущей оценки знаний программного материала.

2) Требования к эссе

1. Текст должен отражать позицию автора по какому-либо актуальному вопросу (проблеме). Автор должен высказать свою точку зрения и сформировать непротиворечивую систему аргументов, обосновывающих предпочтительность выбранной позиции.
2. В тексте должно быть продемонстрировано владение предметом исследования, его понятийным аппаратом, терминологией, знание общепринятых научных концепций в заданной предметной области, понимание современных тенденций и проблем в исследовании предмета.
3. Текст должен быть законченным и четко структурированным, посвященным строго заданной выбранной темой проблематике.
4. Стилизовое решение, структурная организация текста, лексика должны соответствовать заданной тематике и поставленной автором задаче.
5. Структура эссе: введение (в нем даётся краткая характеристика проблемной области по выбранной теме), основная (в ней раскрывается тема), заключение (в нем отражаются выводы по теме исследования, предложения о дальнейших работах в данной области и т.п.), список использованных ссылок и литературы (не менее 3).
6. Объем – не более 12000 знаков, шрифт TimesNewRoman прямого начертания, кегль (размер) шрифта 14, междустрочный интервал – полуторный.

Критерии оценивания эссе

Критерии	Максимальный балл
1. Уровень владения языком написания эссе (четкость и лаконичность изложения мыслей)	5
2. Владение предметом исследования, его понятийным аппаратом, терминологией, знание общепринятых научных концепций в заданной предметной области, понимание современных тенденций и проблем в исследовании предмета.	5
3. Представление собственной точки зрения (позиции, отношения) при раскрытии проблемы (творческий подход при осмыслении темы)	5
4. Раскрытие проблемы на теоретическом уровне или на бытовом уровне, с корректным использованием или без использования научных понятий в контексте раскрытия темы эссе.	5
5. Аргументация своей позиции с опорой на научные концепции, факты социально-экономической действительности или собственный опыт.	5
6. Соответствие работы формальным требованиям (структура эссе и его оформление)	5

Оценивание эссе

Эссе оценивается по балльной шкале, баллы переводятся в оценки успеваемости следующим образом:

- 25 и более баллов – «отлично»;

- 19 – 24 баллов – «хорошо»;
 15 – 18 баллов – «удовлетворительно»;
 менее 15 баллов – «неудовлетворительно».

Баллы учитываются в процессе текущей оценки знаний программного материала.

3) Тестовые задания

Образец тестовых заданий

Вариант 1

1. Микроэлементы не являются составной частью:

- 1) гормонов; 2) ферментов; 3) нуклеиновых кислот; 4) витаминов.

2. Наибольшее содержание в земной коре приходится на:

- 1) Mg; 2) Si; 3) F; 4) Al.

3. Среднее содержание химического элемента для данного типа пород в определенном районе:

- 1) геохимическая аномалия;
 2) геохимическая провинция;
 3) геохимический фон;
 4) кларк концентрации.

4. Сумма обменных оснований это:

- 1) Mg и Fe; 2) Si и Ca; 3) F и Ca; 4) Ca и Mg.

5. На каком геохимическом барьере идет накопление Fe и Mn:

- 1) восстановительный глеевый;

2) кислородный (окислительный);

3) кислый;

4) испарительный.

6. Концентрация каких рассеянных элементов в составе растений свидетельствует о влиянии моря:

- 1) Mn; 2) Fe; 3) Na; 4) Cu.

7. К нейтральным и слабощелочным относятся почвы с показателем pH:

- 1) менее 3; 2) 4 – 6,5; 3) 6,5 – 8,5; 4) более 8,5.

8. Для какого класса водной миграции химических элементов характерны слабокислые щелочно-кислотные условия, окислительная обстановка, а к типоморфным элементам относятся H^+ и органические кислоты:

- 1) сернокислый; 2) солянокислый; 3) кислый; 4) содовый.

Критерии выставления оценки за тест

Процент правильно выполненных тестовых заданий	Оценка
86% – 100%	отлично
69% - 84%	хорошо
50% - 68%	удовлетворительно
Менее 50%	неудовлетворительно

Баллы, полученные за тест, учитываются в процессе текущей и промежуточной оценки знаний программного материала.

4) Требования к портфолио

Самостоятельное изучение отдельных тем «Биогенная миграция химических элементов» «Техногенные загрязнения ландшафтов» осуществляется посредством портфолио, позволяющего учитывать индивидуальные особенности студентов и организовывать работу в своем темпе. В процессе выполнения портфолио студенту предстоит выполнить следующие виды работ: составить план портфолио; отобрать источники, собрать и проанализировать информацию по проблеме; определение формы работ и внешнего вида портфолио, систематизировать и проанализировать собранную информацию по проблеме; представить проведенный анализ с собственными выводами и предложениями.

1. Портфолио должно быть представлено в виде:
 - а. бумажного носителя (печатного текста) на листах А4; в папке с файлами (текстовые документы представляются в формате Word 2007; параметры текстового редактора: поля – верхнее, нижнее – 2.0 см, левое – 3.0 см, правое – 1.5 см, шрифт TimesNewRoman, высота 14, межстрочный интервал одинарный, выравнивание по ширине, красная строка 1.25;
 - б. электронного носителя + на CD (диски оформляются в тонких коробочках для дисков) с указанием на них полного ФИ студента, наименования изучаемых профессиональных модулей, образовательного учреждения, группы, специальности.
2. Фотографии, рисунки, схемы, таблицы должны быть подписаны.
3. Каждый раздел портфолио должен начинаться с новой страницы.
4. Приложения формируются по разделам портфолио.
5. Документы, содержащие подписи и печати, сканируются в формате JPG или PDF. Отсканированный текст, подписи и печати должны читаться без затруднений в масштабе 1:1.
6. В текстах не допускается сокращение названий и наименований.
По результатам работы заполняется оценочный листок портфолио

Оценочный листок портфолио

Критерии	Максимальный балл	Набранные баллы	Комментарии
Наличие обязательных рубрик	4		
Включение дополнительных рубрик	5		
Информативность (количество и уровень проанализированных источников, их эксклюзивность)	10		
Наличие выводов	10		
Наличие отзывов (родителей, однокурсников, преподавателей)	5		
Наличие материалов по осмыслению (рефлексия) – введение в каждую главу, формулирование целей обучения, оценка студентом собственного портфолио и т.п.	10		
Качество оформления (оформление обложки, наличие	8		

оглавления, соответствие содержания оглавлению, наглядность, аккуратность)			
Представление портфолио (творческий подход)	10		

В результате заполнения оценочного листа (3 и 4 столбцов) подводится итог:
50 баллов и более – «5»,
40 – 50 баллов – «4»,
30 – 40 баллов – «3»,
менее 35 баллов – данный метод не соответствует стилю обучения студента, необходим поиск более эффективной организации обучения.

5) Вопросы для проверки текущей успеваемости

1. В чем состоит основной геохимический закон В.М. Гольдшмидта?
2. Зачем необходимо рассчитывать кларки концентрации?
3. Как строятся геохимические спектры, в чем их преимущества?
4. Какие химические элементы относятся к ведущим?
5. Чем отличается концепция Вернадского о геологической роли организмов от ранее имевшихся представлений?
6. Дайте определение понятию «живое вещество», чем оно отличается от «живого существа»?
7. Охарактеризуйте фотосинтез с геохимических позиций.
8. Каковы закономерности кларков живого вещества? Что такое биофильность?
9. На чем основаны биогеохимические методы поисков руд?
10. Что такое биокосная система, приведите примеры, кто ввел в науку это понятие?
11. Что такое биогенное накопление элементов в почвах, кто из геохимиков впервые открыл и объяснил это явление?
12. Охарактеризуйте Закон бика.
13. Дайте определение понятию «биосфера».
14. Какие процессы в биосфере характерны для всех ее частей?
15. Каковы две группы биокосных систем биосферы?
16. В чем состоит Закон Вернадского?
17. Как определяется интенсивность водной миграции элементов и почему о ней нельзя судить только по содержанию элементов в водах?
18. Охарактеризуйте интенсивность водной миграции элементов в кислородных и сероводородных водах. В чем сходство и различия?
19. Почему окислительно-восстановительный потенциал E_h недостаточен для геохимической характеристики восстановительной среды? Назовите два основных геохимических класса этой среды.
20. Почему при огромном значении ионной концепции в геохимии она все же недостаточна для характеристики поведения многих элементов в водах?
21. Где развит наиболее окислительные и наиболее восстановительные условия?
22. В чем значение химической термодинамики для геохимии ландшафта, каковы особенности применения принципа ЛеШателье при изучении биосферы?
23. Как используется в химии «принцип торможения химических реакций» и каково его значение для геохимии ландшафта?
24. Охарактеризуйте механизмы массопереноса в ландшафтах и биосфере.
25. Чем принципиально отличаются радиоактивные процессы от других процессов физико-химической миграции?
26. Каков состав надземной атмосферы, факторы его формирования?

27. Охарактеризуйте геохимическое значение подземной атмосферы ландшафта, ее состав.
28. Как используется анализ почвенной атмосферы для поисков полезных ископаемых и решения других прикладных задач?
29. От чего зависит величина механической денудации, как она измеряется?
30. Каково геохимическое значение эоловых процессов?
31. Каков геохимический эффект механической дифференциации?
32. Чем отличаются систематические признаки геохимических ландшафтов от несистематических, ландшафтный вид от ландшафтного индивида?
33. Дайте определение понятию «районирование».
34. Как при классификации учитывается таксономическое значение признаков?
35. Какое место в систематике занимают редкие и вымершие ландшафты?
36. Как при классификации учитывают сезонные изменения ландшафтов?
37. В чем состоит принцип централизации?
38. Охарактеризуйте основные таксоны геохимической классификации элементарных и геохимических ландшафтов.

б) Вопросы к экзамену

1. Геохимия как наука. Предмет и задачи геохимии. Содержание геохимии на разных этапах ее развития.
2. Средний химический состав земной коры и понятие о кларках. Главные закономерности содержания химических элементов в земной коре.
3. Образование и распространение химических элементов. Основные закономерности соотношения химических элементов. Правило Оддо-Гаркинса.
4. Понятие о «главных» и «рассеянных» химических элементах. Типоморфные элементы.
5. Геохимическая неоднородность земной коры. Значение геохимического параметра «кларкконцентрации» (K_k). Определение понятий «геохимический фон», «геохимическая провинция», «геохимическая аномалия».
6. Особенности химического состава и геохимическая динамика гидросферы. Кларки Мирового океана.
7. Особенности химического состава речных вод. Трансформация состава речных вод на контакте река - море. Процессы выведения растворенных химических элементов из океана.
8. Характерные черты геохимии атмосферы. Пути поступления элементов в атмосферу и химический состав атмосферы. Массообмен газов и паров в географической оболочке. Атмосфера как дисперсная система и геохимия аэрозолей.
9. Химический состав живого вещества планеты. Основные варианты выражения химического состава биологических объектов.
10. Химический состав отдельных организмов. Организмы-концентраторы. Дефицитные и избыточные элементы.
11. Виды миграции химических элементов. Значение видов миграции для разных химических элементов. Основные ряды элементарных и геохимических ландшафтов.
12. Биогенная миграция химических элементов. Определение понятия «микроэлементы», их биологическое значение.
13. Биологический круговорот химических элементов. Биомасса и ежегодная продукция, как важнейшие геохимические параметры биосферы.
14. Интенсивность биологического поглощения элементов. Определение понятия «биофильные» элементы. Отличительные черты интенсивности биологического поглощения в океане и на суше.
15. Концепция биосферы В.И. Вернадского. Основные аспекты геохимической деятельности организмов. Влияние живых организмов на все оболочки Земли.

16. Источники поступления химических элементов в атмосферные осадки и перенос солей с осадками. Геохимическая неоднородность поверхности суши, образующаяся под действием аэральной миграции химических элементов.
17. Физико-химическая миграция элементов. Водная миграция химических элементов. Щелочно-кислотные условия природных вод и физико-химические
18. Окислительно-восстановительные условия природных вод. Типы геохимических барьеров. Условия возникновения кислых, щелочных, окислительных, восстановительных сероводородных и глеевых барьеров.
19. Принципы подвижных компонентов и классы водной миграции. Коллоидная миграция, сорбция, сорбционный барьер.
20. Интенсивность водной миграции. Определение коэффициента водной миграции.
21. Воздушная миграция химических элементов. Коэффициент аэрозольной концентрации.
22. Механическая миграция. Процессы механической дифференциации. Основные факторы, влияющие на интенсивность механической миграции. Механические барьеры.
23. Техногенная миграция. Человеческое общество как геохимический фактор. Уровни организации техногенных систем.
24. Влияние хозяйственной деятельности человеческого общества на геохимические циклы элементов. Воздействие человека на движение масс углерода. Расходомением больших масс кислорода. Региональные геохимические проблемы. Влияние сельскохозяйственного производства. Загрязнение нефтью и нефтепродуктами.
25. Технофильность химических элементов. Сравнение результатов антропогенного вмешательства и естественных изменений природной среды.
26. Металлизация окружающей природной среды. Извлечение металлов из недр земли и пути рассеивания.
27. Вовлечение тяжелых металлов в природные циклы миграции. Техногенные геохимические аномалии.
28. Города как геохимические аномалии. Влияние урбаногенеза на эколого-геохимическое состояние окружающей среды.
29. Геохимическая классификация элементов. Воздушные и водные мигранты.
30. Глобальные биогеохимические циклы. Циклы элементов, поступивших в биосферу в результате дегазации мантии. Глобальный цикл серы и азота.
31. Циклы элементов, поступивших в биосферу в результате мобилизации из земной коры. Глобальные циклы кальция, калия, кремния и фосфора.
32. Циклы массообмена тяжелых металлов. Глобальный цикл свинца и цинка.
33. Геохимическое ландшафтоведение. Элементарный ландшафт и его геохимическая формула. Характеристика распределения и миграции химических элементов в ландшафте.
34. Общие принципы геохимической классификации ландшафтов. Ландшафтный вид и индивид (илан), районирование.
35. Классификация элементарных ландшафтов. Геохимические параметры, на основании которых выделяют таксоны. Виды элементарных ландшафтов. Классификация геохимических ландшафтов. Система таксономических единиц. Номенклатура геохимических ландшафтов.
36. Геохимические карты. Методика составления геохимических карт. Типологические карты и карты районирования. Составление геохимических карт и использование их в природоохранной деятельности.
37. Геохимия основных типов ландшафтов. Геохимическая характеристика абиогенных ландшафтов. Геохимия лесных ландшафтов. Сравнительная характеристика геохимических параметров таежных ландшафтов и влажных тропиков.
38. Общие черты водной и воздушной миграции в степях и пустынях. Концентрация химических элементов в результате испарения пленочных вод и диффузионных

процессов. Сравнительная геохимическая характеристика черноземных степей и субтропических степей на сероземах.

39. Особенности геохимических процессов и видов миграции в пустынных ландшафтах. Общие черты биологического круговорота в тундре и его влияние на геохимические характеристики ландшафтов.

40. Геохимия окружающей среды и охрана природы. Борьба с загрязнением окружающей среды.

Оценивание ответов студента

"Отлично" выставляется студенту, который демонстрирует при ответе всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой. Свободно ориентируется в основной и дополнительной литературе, рекомендованной программой, а так же показывает усвоение взаимосвязи основных понятий дисциплины и их значений для приобретаемой профессии, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

"Хорошо" выставляется студенту, который демонстрирует при ответе хорошее знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе. Показывает систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

"Удовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему знание основного учебного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и предстоящей работы по профессии, справляющимся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой, допустившим погрешности в ответе, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

"Неудовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не ознакомившемся с основной литературой, предусмотренной программой, и не овладевшему базовыми знаниями, предусмотренными по данной дисциплине и определёнными предметными умениями.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Список основной литературы:

Хаханина, Т. И. Химия окружающей среды : учебник для академического бакалавриата / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, И. Н. Петухов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 233 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00029-0. <https://biblio-online.ru/viewer/153A0E3B-335B-42FE-9F01-147B62A743DE#page/1>

Физико-химические процессы в техносфере: Учебное пособие / Медведева С.А., Тимофеева С.С. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 224 с.: 60x84 1/16 (Обложка) ISBN 978-5-9729-0149-4

Список дополнительной литературы:

1. Бычинский В.А. Геохимия процессов антропогенного почвообразования. / Геохимия техногенных процессов. – М.: Наука, 1990. – С. 104 – 109.
2. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов. М.: Высшая школа, 1988– 328 с.
3. Геохимия окружающей среды. / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
4. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – М.: Изд.тр «Академия», 2003. – 400 с.
5. Елпатьевский П.В. Геохимия миграционных потоков в природных и природно-

техногенных геосистемах. – М.: Наука, 1993. – 253 с.

6. Ивлев А.М. Биогеохимия. – М.: Высш. шк., 1986. – 127 с.

7. Ковальский В.В. Геохимическая экология. – М.: Наука, 1974. – 298 с.

8. Маймусов Д.Ф. Геохимия ландшафта. Смоленск: Смядынь, 2005.

9. Экогеохимия городских ландшафтов / Под ред. Н.С. Касимова – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 336 с.

Список учебно-методических разработок для студента

Контурные карты разных территорий (физическая карта Мира, физическая карта России, карты материков) в электронном виде.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Всемирная география (<http://www.wgeo.ru>)

2. Министерство Природных Ресурсов и Экологии Российской Федерации (www.mnr.gov.ru)

3. Экология - Администрация Смоленской области (https://www.admin-smolensk.ru/our_region/ekologiya)

4. Геохимия окружающей среды. Геологический портал GeoKniga(www.geokniga.org/books/3473)

5. Кафедра физической географии и ландшафтоведения географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова - <http://www.landscape.edu.ru>

6. Институт географии РАН - <http://www.igras.ru>

7. Институт географии СО РАН имени В.Б. Сочавы - <http://www.irigs.irk.ru>

8. Всемирная география - <http://www.wgeo.ru>

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Ревина О.А. Лабораторные работы по курсу «Геохимия ландшафтов»: учебно-методическое пособие для студентов специальности «География» / Изд-во СмолГУ, 2011. – 60 с.

8. Перечень информационных технологий

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

9. Материально-техническая база

- ноутбук ASUS;
- проектор BenQ;
- экран настенный Screen (ауд. 65)

- химические столы с подводом воды и электричества;
- вытяжной шкаф;
- лабораторные шкафы;
- муфельная печь;
- сушильный шкаф;
- фотоэлектроколориметр КФК-2;
- весы технические электронные ВМ512М-П
- иономер Эксперт-001 с набором ионселективных электродов;
- источник питания АТН-1335;
- штативы металлические;
- комплект таблиц по химии;

- комплекты посуды (ауд. 1)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 6314D932A1EC8352F4BBFDEFD0AA3F30

Владелец: Артеменков Михаил Николаевич

Действителен: с 21.09.2022 до 15.12.2023