

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
_____ Устименко Ю.А.
«09» сентября 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.ДВ.08.01 Геохимия ландшафтов

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование
Направленность (профиль): Биология, Химия
Форма обучения: очная
Курс – 2
Семестр – 4
Всего зачетных единиц – 2, часов – 72
Форма отчетности: зачет – 4 семестр.

Программу разработал: кандидат географических наук, доцент О.А. Ревина.

Одобрена на заседании кафедры
«02» сентября 2021 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой _____ Г.Ф. Ермошкина

Смоленск
2021

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б.1.В.ДВ.08.01 «Геохимия ландшафтов» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы: Биология, Химия.

Для освоения дисциплины Б.1.В.ДВ.08.01 «Геохимия ландшафтов» студент должен обладать базовыми знаниями, умениями и навыками, полученными в результате изучения школьного курса географии, химии и биологии и полученными в результате изучения предшествующих дисциплин, таких как «Общая химия».

Учебная дисциплина «Б.1.В.ДВ.08.01 «Геохимия ландшафтов» предусматривает изучение химических свойств и характеристик ландшафтов, особенностей миграции химических веществ.

Освоение курса Б.1.В.ДВ.08.01 «Геохимия ландшафтов» обеспечивает студентов знаниями, необходимыми для восприятия последующих дисциплин, таких как «Биогеография», «Химия окружающей среды» и др.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-6. Способен использовать научные знания в области химии, владеть навыками опытно-экспериментальной деятельности по химии в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы	Знать: основы общей, неорганической, органической, физической, прикладной и биологической химии, химической термодинамики и химии высокомолекулярных элементов; основы электрохимии; химической кинетики и катализа; основы коллоидной химии, строение и свойства лиофильных систем; теоретические основы преподавания химии; основы аналитической химии, методы качественного и количественного анализа, основы неорганического и органического синтезов. Уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области химии; использовать теоретические знания на практике для обоснования химических и химико-технологических процессов; использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения практических задач в будущей профессиональной деятельности; планировать, организовывать и проводить экспериментальную работу в области химии. Владеть: методами обработки, анализа и синтеза лабораторной химической информации; навыками проведения химических, физико-химических, стехиометрических расчетов и решения химических задач всех типов и степеней сложности; методами и приемами постановки и выполнения эксперимента для изучения химических свойств, количественного и качественного анализа различных веществ в лабораторных условиях; методами синтеза химических веществ и оценки их свойств.
ПК-8. Способен использовать научные знания в области географии в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках	Знать: общепрофессиональные теоретические представления об основных результатах современных исследований по вопросам геохимии ландшафтов. Уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию по геохимии, использовать теоретические знания на практике.

реализации основной общеобразовательной программы	Владеть: навыками и приемами и необходимым инструментарием комплексного геохимического анализа.
---	--

3. Содержание дисциплины

Введение. Геохимия ландшафтов — наука, сочетающая в себе два цикла дисциплин - география и геохимия. Содержание геохимии ландшафтов на разных этапах ее развития.

1. Химический состав земной коры и понятие о кларках. Геохимическая неоднородность земной коры. Средний химический состав земной коры и понятие о кларках. Образование и распространение химических элементов. Главные и рассеянные химические элементы. Типоморфные элементы. Значение геохимического параметра «кларк концентрации» (K_k). Факторы миграции химических элементов. Геохимическая неоднородность земной коры

2. Биогенная миграция. Химический состав живого вещества планеты. Микроэлементы. Биофильные элементы. Биологический круговорот химических элементов. Интенсивность биологического поглощения. Основные аспекты геохимической деятельности организмов. Концепция биосферы В.И. Вернадского.

3. Физико-химическая миграция. 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. Химическая денудация ландшафта.

4. Воздушная миграция химических элементов. Массообмен газов и паров в географической оболочке. Атмосфера как дисперсная система и геохимия аэрозолей. Коэффициент аэрозольной концентрации. Геохимическая неоднородность поверхности суши, образующаяся под действием аэральной миграции химических элементов.

5. Механическая миграция. Процессы механической дифференциации. Основные факторы, влияющие на интенсивность механической миграции. Механические барьеры.

6. Техногенная миграция. Человеческое общество как геохимический фактор. Влияние хозяйственной деятельности человеческого общества на геохимические циклы элементов. Металлизация окружающей природной среды.

7. Основные типы геохимических ландшафтов.

Общие принципы геохимической классификации ландшафтов. Геохимическая классификация ландшафтов. Ландшафтно-геохимические карты.

5. Тематический план

№ П/п	Наименование тем и разделов	Всего (часов)	Формы занятий		
			Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа
1.	Геохимия ландшафтов как наука. Основные геохимические понятия.	4	2	-	2
2.	Химический состав земной коры и понятие о кларках.	8	2	4	2
3.	Биогенная миграция.	11	3	6	2
4.	Физико-химическая миграция.	17	3	8	6
5.	Механическая миграция.	10	2	4	4
6.	Техногенная миграция.	12	2	6	4
7.	Основные типы геохимических	10	2	4	4

№ П/п	Наименование тем и разделов	Всего (часов)	Формы занятий		
			Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа
	ландшафтов.				
	Итого	72	16	32	24

5. Виды учебной деятельности

Обучение по курсу «Геохимия ландшафтов» строится на основе лекционных и лабораторных работ.

Лекции.

Лекция 1. Геохимия как наука. Основные геохимические понятия. Планетарная геохимия географической оболочки Земли и геохимическая организация окружающей среды. (2 часа)

Объект и предмет геохимии ландшафтов. 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 продукцией.

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 аэральной миграции химических элементов.

Лекция 5. Механическая миграция. Процессы механической дифференциации (2 часа)

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 (2 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 (2 часа).

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. Зональные особенности антропогенной трансформации окружающей среды. 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. Кларки и особенности распределения химических элементов

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.

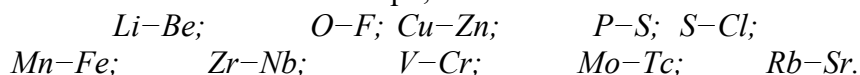
Примечание. Кларк концентрации элемента (K_k) характеризует его местные особенности содержания и представляет собой отношение содержания элемента в почве к его содержанию в земной коре.

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 CO₂, 1 н раствор соляной кислоты.

Тема 3. Биогенная миграция химических элементов

Лабораторная работа 2

Определение зольности растительного материала (2 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 быстром озолении 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

¹ В случае необходимости лаборант заранее подготавливает фарфоровые тигли.

эксикаторе и взвешиванием. Убеждаются в том, что достигнута постоянная масса золы. В противном случае операция повторяется.

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).

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

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 (пойменный луг)	надземная	1012,23	6,24
	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.

Тема 3. Биогенная миграция химических элементов

Лабораторная работа 3

Количественное определение почвенного гумуса в ландшафтах под разными фитоценозами (4 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.

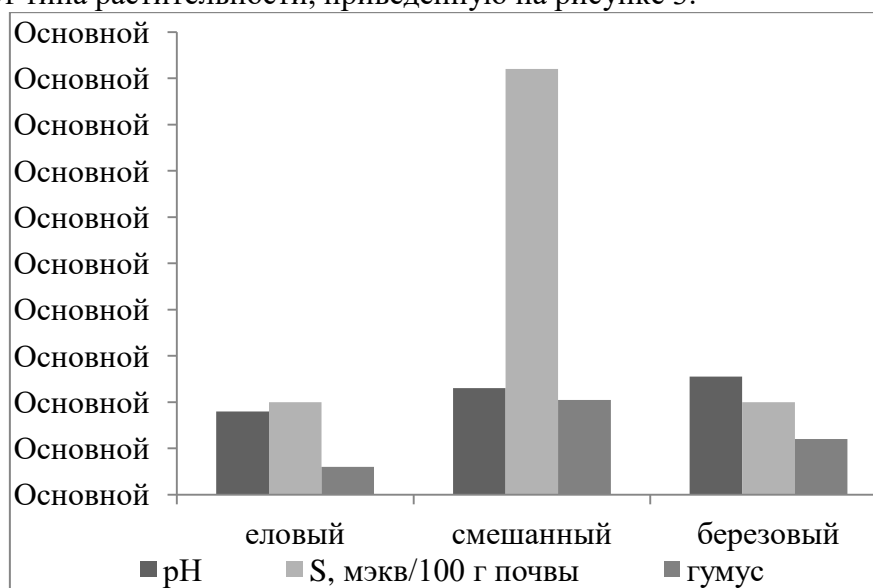


Рис. 3

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 ландшафтов подзоны южной тайги?

Задание 4. На основании данных таблицы 6 выясните: 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.

Тема 4. Физико-Химическая (водная) 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 интенсивность водной миграции химических элементов в природных водах по данным таблицы 8.

Задание 3. 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_e
<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_e). Данный коэффициент равен отношению концентрации элемента в воде к его концентрации в почвообразующей породе района исследования.

Задание 4. 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+} .

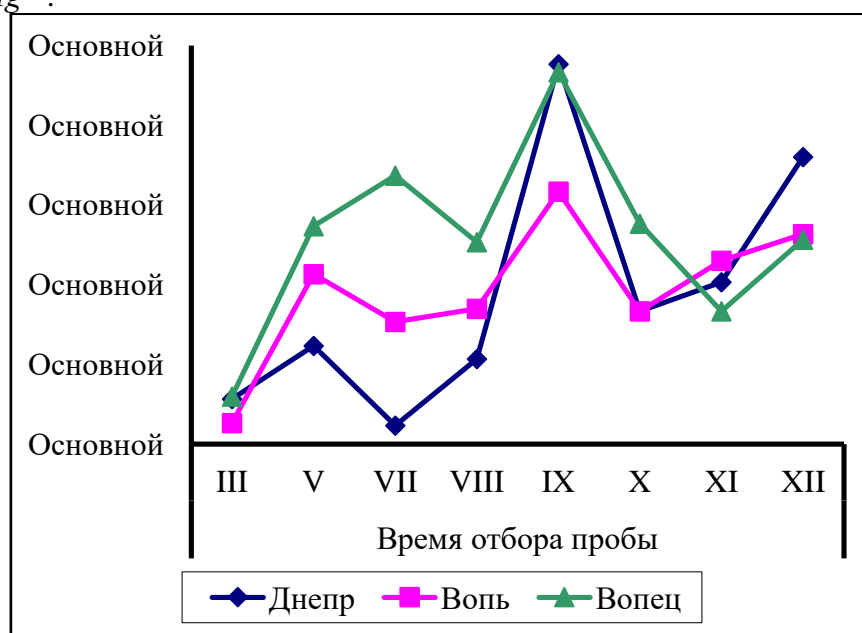


Рис. 4

Задание 5. 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-глеевая 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: pH -метр, колбы, стаканы, весы.

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

Реактивы: дистиллированная вода.

Тема 4. Физико-химическая (атмосферная) 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.

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

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 Na₂CO₃, раствор трилона Б, аммиачный буферный раствор, индикатор хромаген черный.

Тема 4. Физико-химическая (атмосферная) миграция химических элементов Лабораторная работа 6

Определение запыленности воздуха и массы нерастворимых веществ в атмосферных осадках (2 часа)

Цель: освоить методы определения запыленности воздуха и массы нерастворимых веществ в атмосферных осадках.

Задание 1. Определить запыленность воздуха.

Порядок работы

1. Запыленность воздуха определяют путем сбора листьев с деревьев возле дороги и в удалении от нее. С одинаковой листовой поверхности смывают пыль, фильтруют и взвешивают массу осадка после сушки. Полученный результат дает количество пыли.

2. Сразу же после смыва пыли подсчитывают число обмытых листьев (П₁), срывают 5 листочков, лучше разных по размеру, протирают их от воды и обводят каждый лист на бумаге.

3. Затем вырезают по контуру и взвешивают вырезанные проекции листа (М₁). Из той же бумаги вырезают квадрат 10 x 10 см и взвешивают его (М₂).

4. Рассчитывают поверхность обмытых листьев по формуле:

$$S = \frac{M_1 \cdot П_1}{5 \cdot M_2}$$

5. После этого можно определить, сколько пыли осаждается на 1 м² поверхности листьев. Далее, зная точное время накопления пыли (от момента последнего дождя до исследований), можно подсчитать скорость осаждения пыли за сутки.

Задание 2. Определить массу нерастворимых веществ в атмосферных осадках

Порядок работы

1. 100 мл атмосферных осадков отфильтровывают через предварительно взвешенный чистый сухой фильтр. Фильтр с полученным твердым осадком высушивают в сушильном шкафу при температуре 40—50 °С до постоянной массы.

2. По разности масс фильтра с сухим осадком и чистого фильтра вычисляют массу нерастворимых твердых веществ в исследуемой пробе: фильтра с осадком и чистого фильтра.

3. Для получения достоверных результатов выполняют параллельно холостой опыт. Для этого через предварительно взвешенный сухой чистый фильтр отфильтровывают 100 мл дистиллированной воды.

4. Затем высушивают фильтр в сушильном шкафу при температуре 40—50 °С и взвешивают его. Теоретически масса фильтра не должна измениться (дистиллированная вода не содержит твердых веществ). Если разность масс тем не менее фиксируется, то эту погрешность учитывают при определении массы нерастворимых веществ в исследуемых осадках.

Задание 3. 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		
<i>Zn</i>	209,81	137,7	83	
<i>Cu</i>	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: 1) фильтры; 2) воронки; 3) весы; 4) химические стаканы; 5) коническая колба; 6) мерный цилиндр; 7) сушильный шкаф; 8) аналитические весы.

Реактивы: дистиллированная вода.

Тема 5. Механическая миграция химических элементов

Лабораторная работа 7

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 $t = 20^{\circ}\text{C}$

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 фрак. 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?

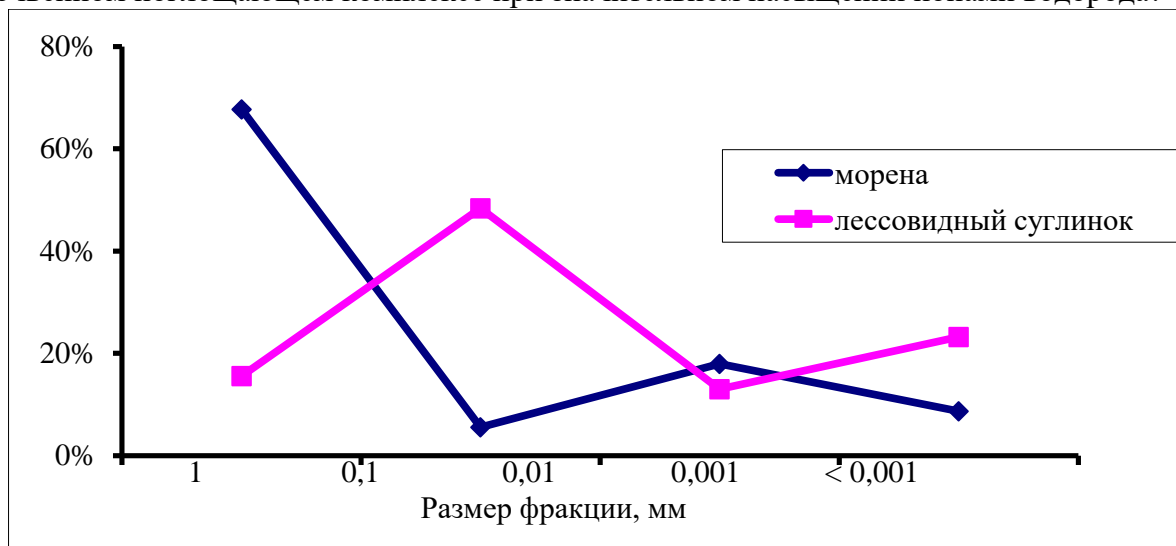


Рис. 7

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.

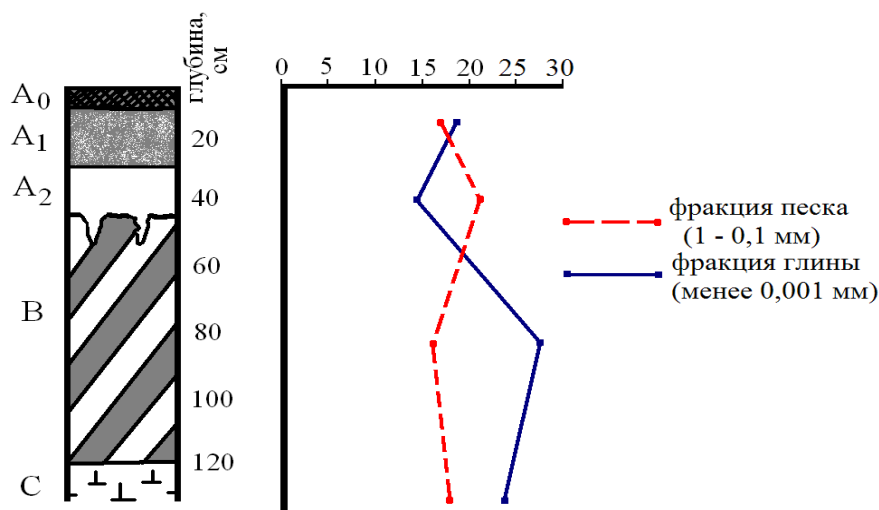


Рис. 8

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.

Тема 6. Техногенная миграция химических элементов

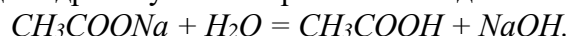
Лабораторная работа 8

Определение гидролитической кислотности в агроландшафтах (2 часа)

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 извести исследуемого образца пахотного горизонта почвы агроландшафта мощностью 20 см на площади 1 га.

Примечание. Потребность почвы в извести 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 г/см³. 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:

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

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.

Тема 6. Техногенная миграция химических элементов

Лабораторная работа 9

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_s , 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 урбаногема, если модальное (наиболее часто встречающееся) значение цинка в «фоновых» (природных) ландшафтах Смоленского района составляет 12,5 мг/кг.

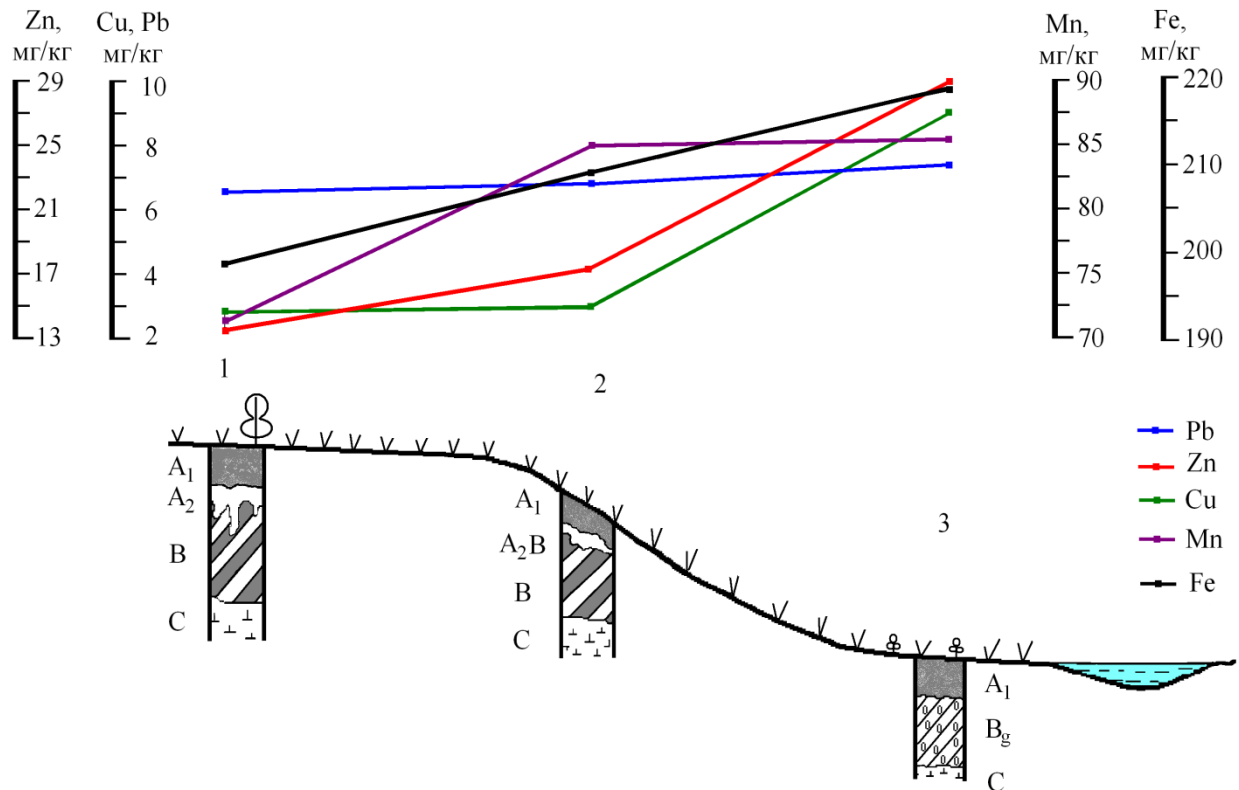
Примечание. Для характеристики техногенных изменений используется коэффициент аномальности (K_a), который был предложен В.В. Добровольским (1999). Этот коэффициент представляет собой отношение среднего значения концентрации металла в загрязненной почве к природной норме.

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.

Тема 7. Основные закономерности размещения элементарных и геохимических ландшафтов

Лабораторная работа 10

Анализ особенностей размещения элементарных и геохимических ландшафтов (4 часа)

Цель: выявить 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.

Химические свойства почвы

Горизонт	Глубина, см	рН (Н ₂ О)	Обменная кислотность	Гидролит. кислотность	Сумма поглощен. основ.	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.

Самостоятельная работа.

ТЕМА: «Геохимия ландшафтов как наука. Основные геохимические понятия».

Подготовить эссе по теме «Научная польновская школа геохимии ландшафтов».

ТЕМА: «Химический состав земной коры и понятие о кларках»

Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы №1 «Определение содержания железа в почвообразующих породах колориметрическим методом».

- 1) Какие элементы относятся к главным?
- 2) Назовите восемь наиболее распространенных элементов земной коры.
- 3) Чем «редкие» элементы отличаются от «редких рассеянных»? Приведите примеры тех и других.
- 4) Какова связь кларков со строением атомов?
- 5) Чем отличаются кларки космоса от кларков земной коры и почему?

ТЕМА: «Биогенная миграция»

Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы №2 «Определение зольности растительного материала».

- 1) Чем отличается концепция Вернадского о геологической роли организмов от ранее имевшихся представлений?
- 2) Дайте определение понятию «живое вещество», чем оно отличается от «живого существа»?
- 3) Охарактеризуйте фотосинтез с геохимических позиций.
- 4) Каковы закономерности кларков живого вещества? Что такое биофильность?
- 5) На чем основаны биогеохимические методы поисков руд?

Задания для подготовки к защите лабораторной работы №3 «Количественное определение почвенного гумуса в ландшафтах под разными фитоценозами»

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

ТЕМА: «Физико-химическая миграция»

Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы №4 «Потенциометрическое определение рН водных вытяжек».

- 1) Как определяется интенсивность водной миграции элементов и почему о ней нельзя судить только по содержанию элементов в водах?
- 2) Охарактеризуйте интенсивность водной миграции элементов в кислородных и сероводородных водах. В чем сходство и различия?

- 3) Почему окислительно-восстановительный потенциал E_h недостаточен для геохимической характеристики восстановительной среды? Назовите два основных геохимических класса этой среды.
- 4) Почему при огромном значении ионной концепции в геохимии она все же недостаточна для характеристики поведения многих элементов в водах?
- 5) Где развит наиболее окислительные и наиболее восстановительные условия?

Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы №5 «Определение суммы растворимых веществ и суммы обменных катионов кальция и магния в атмосферных осадках».

- 1) В чем значение химической термодинамики для геохимии ландшафта, каковы особенности применения принципа Ле Шателье при изучении биосферы?
- 2) Как используется в химии «принцип торможения химических реакций» и каково его значение для геохимии ландшафта?
- 3) Охарактеризуйте механизмы массопереноса в ландшафтах и биосфере.
- 4) Чем принципиально отличаются радиоактивные процессы от других процессов физико-химической миграции?

Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы №6 «Определение запыленности воздуха и массы нерастворимых веществ в атмосферных осадках».

- 1) Каков состав надземной атмосферы, факторы его формирования?
- 2) Охарактеризуйте геохимическое значение подземной атмосферы ландшафта, ее состав.
- 3) Как используется анализ почвенной атмосферы для поисков полезных ископаемых и решения других прикладных задач?

ТЕМА: «Механическая миграция»

Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы №7 «Определение гранулометрического состава почв сопряженных ландшафтов»

- 1) От чего зависит величина механической денудации, как она измеряется?
- 2) Каково геохимическое значение эоловых процессов?
- 3) Каков геохимический эффект механической дифференциации?
- 4) Постройте комплексный профиль по данным геоботанической, физико-географической и почвенной карт.

ТЕМА: «Техногенная миграция»

Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы №8 «Определение гидролитической кислотности в агроландшафтах»

- 1) В чем состоят геохимические принципы эколого-географической систематики городов?
- 2) На чем основаны эколого-геохимические оценки состояния ландшафтов?
- 3) В чем своеобразие геохимии агроландшафтов?
- 4) Какая скорость геохимической трансформации профиля характерна для агроландшафтов?

Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы №9 «Определение содержания подвижного цинка в почвах города»

- 1) Чем отличаются систематические признаки геохимических ландшафтов от несистематических, ландшафтный вид от ландшафтного индивида?
- 2) Морфологические особенности двух типов строения почвенного профиля автоморфных и гидроморфных ландшафтов.
- 3) Подготовить компьютерную презентацию «Влияние хозяйственной деятельности человеческого общества на геохимические циклы элементов»

ТЕМА: «Основные типы геохимических ландшафтов»

Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы №10 «Анализ

особенностей размещения элементарных и геохимических ландшафтов»

- 1) Дайте определение понятию «районирование».
- 2) Как при классификации учитывается таксономическое значение признаков?
- 3) Какое место в систематике занимают редкие и вымершие ландшафты?
- 4) Как при классификации учитывают сезонные изменения ландшафтов?
- 5) В чем состоит принцип централизации?
- 6) Охарактеризуйте основные таксоны геохимической классификации элементарных и геохимических ландшафтов.

Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы

1. Подготовка компьютерных презентаций

Рекомендации по подготовки компьютерных презентаций.

Работа студента над докладом-презентацией включает отработку умения самостоятельно обобщать материал и делать выводы в заключении, умения ориентироваться в материале и отвечать на дополнительные вопросы слушателей, отработку навыков ораторства, умения проводить диспут. Докладчики должны знать и уметь: сообщать новую информацию; использовать технические средства; хорошо ориентироваться в теме всего семинарского занятия; дискутировать и быстро отвечать на заданные вопросы

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов - то есть электронных страничек, занимающих весь экран монитора (без присутствия панелей программы). Для подготовки презентации рекомендуется использовать: PowerPoint, MS Word, Acrobat Reader, LaTeX-овский пакет beamer. Самая простая программа для создания презентаций – Microsoft PowerPoint. Для подготовки презентации необходимо собрать и обработать начальную информацию. Последовательность подготовки презентации:

1. Четко сформулировать цель презентации.
2. Отобрать всю содержательную часть для презентации и выстроить логическую цепочку представления.
3. Определить ключевые моменты в содержании текста и выделить их.
4. Определить виды визуализации (картинки) для отображения их на слайдах в соответствии с логикой, целью и спецификой материала.
5. Подобрать дизайн и форматировать слайды (количество картинок и текста, их расположение, цвет и размер).
6. Проверить визуальное восприятие презентации.

Количество слайдов адекватно содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

Критерии оценивания:

- Полнота и глубина изложения ответа (усвоенные теории, понятия, факты) – 1 балл;

- Логика изложения материала – 1 балл;

- Примеры использования описанных явлений и процессов – 1 балл;

- Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных источников информации – 1 балл;

- Оформление работы – 1 балл.

Оценка «5» - 5 баллов.

Оценка «4» - 4 балла.

Оценка «3» - 3 балла.

Оценка «2» - менее 3 баллов.

2. Подготовка эссе

Эссе – вид самостоятельной исследовательской работы студентов, с целью углубления и закрепления теоретических знаний и освоения практических навыков. Цель эссе состоит в развитии самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей.

Рекомендации по написанию эссе.

В процессе выполнения эссе студенту предстоит выполнить следующие виды работ: составить план эссе; отобрать источники, собрать и проанализировать информацию по проблеме; систематизировать и проанализировать собранную информацию по проблеме; представить проведенный анализ с собственными выводами и предложениями.

Структура эссе:

1. Титульный лист.
2. План.
3. Введение с обоснованием выбора темы.
4. Текстовое изложение материала (основная часть).
5. Заключение с выводами по всей работе.
6. Список использованной литературы.

Титульный лист является первой страницей и заполняется по строго определенным правилам. Введение (вводная часть) – суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически. На этом этапе очень важно правильно сформулировать вопрос, на который Вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования. При работе над введением могут помочь ответы на следующие вопросы: 1. Надо ли давать определения терминам, прозвучавшим в теме эссе? 2. Почему тема, которую я раскрываю, является важной в настоящий момент? 3. Какие понятия будут вовлечены в мои рассуждения по теме? 4. Могу ли я разделить тему на несколько составных частей? Таким образом, в вводной части автор определяет проблему и показывает умение выявлять причинно-следственные связи, отражая их в методологии решения поставленной проблемы через систему целей, задач и т.д.

Текстовое изложение материала (основная часть) – теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса. Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет главную трудность при его написании. В этой части необходимо представить релевантные теме концепции, суждения и точки зрения, привести основные аргументы “за” и “против” них, сформулировать свою позицию и аргументировать ее.

Заключение (заключительная часть) – обобщения и аргументированные выводы по теме эссе с указанием области ее применения и т.д. Оно подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами. Таким образом, в заключительной части эссе должны быть сформулированы выводы и определено их приложение к практической области деятельности.

Список использованной литературы составляет одну из частей работы, отражающей самостоятельную творческую работу автора и позволяющей судить о степени фундаментальности данной работы. При составлении списка литературы в перечень включаются только те источники, которые действительно были использованы при подготовке эссе.

Требования к оформлению эссе. Эссе выполняется на компьютере (гарнитура Times New Roman, шрифт 14) через 1,5 интервала с полями: верхнее, нижнее – 2; правое – 3; левое – 1,5. Отступ первой строки абзаца – 1,25. Сноски – постраничные. Таблицы и рисунки встраиваются в текст работы. Номер страницы не ставится на титульном листе,

но в общее число страниц он включается. Объем эссе, без учета приложений, не должен превышать 5 страниц. Значительное превышение установленного объема является недостатком работы и указывает на то, что студент не сумел отобрать и переработать необходимый материал.

Критерии оценивания:

- Полнота и глубина изложения ответа (усвоенные теории, понятия, факты) – 1 балл;

- Логика изложения материала – 1 балл;

- Примеры использования описанных явлений и процессов – 1 балл;

- Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных источников информации – 1 балл;

- Оформление работы – 1 балл.

Оценка «5» - 5 баллов.

Оценка «4» - 4 балла.

Оценка «3» - 3 балла.

Оценка «2» - менее 3 баллов.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

а) выполнение и защита лабораторной работы.

Задания и вопросы для защиты лабораторной работы приведены в разделе «Виды образовательной деятельности».

Критерии оценивания:

Оценка «5» - наличие правильно выполненного задания.

Оценка «4» - наличие правильно выполненного задания, но с незначительными ошибками.

Оценка «3» - наличие правильно выполненного с небольшими ошибками задания.

Оценка «2» - наличие не выполненного задания или выполненного задания с большим количеством ошибок.

б) Для студентов, пропустивших более 50% занятий по уважительной причине и студентов, обучающихся по индивидуальному учебному плану.

Реферат

Темы рефератов

- 1) Эколого-геохимические особенности природных ландшафтов Смоленско-Московской возвышенности
- 2) Влияние природных факторов на разных этапах возникновения и развития городов
- 3) Ландшафтно-экологические основы организации региональных систем особо охраняемых природных территорий.
- 4) Эколого-геохимические сети как инструмент ландшафтного планирования
- 5) Природные факторы и адаптация человека в процессе антропогенеза

Требования к содержанию и оформлению реферата

Реферат, как форма самостоятельной научной работы студентов, – это краткий обзор максимального количества доступных публикаций по заданной теме, с элементами сопоставительного анализа данных материалов и с последующими выводами. При проведении обзора должна проводиться и исследовательская работа, но объем ее ограничен, так как анализируются уже сделанные предыдущими исследователями выводы и в связи с небольшим объемом данной формы работы. Преподаватель рекомендует литературу, которая может быть использована для написания реферата.

Работа выполняется на компьютере (гарнитура Times New Roman, шрифт 14) через 1,5 интервала с полями: верхнее, нижнее – 2; левое – 3; правое – 1,5. Отступ первой строки абзаца – 1,25. Сноски – постраничные (шрифт 12), их нумерация должна быть сквозной по всему тексту реферата. Нумерация страниц должна быть сквозной (номер не ставится на титульном листе, но в общем количестве страниц учитывается). Таблицы и рисунки встраиваются в текст работы, их нумерация должна быть сквозной по всему реферату. Они все должны иметь название и в самом тексте реферата на них должна быть ссылка.

Общее количество страниц в реферате, без учета приложений, не должно превышать 15 страниц. Значительное превышение установленного объема является недостатком работы и указывает на то, что студент не сумел отобрать и переработать необходимый материал. В приложении помещают вспомогательные или дополнительные материалы, которые загромождают текст основной части работы (таблицы, рисунки, карты, графики, неопубликованные документы, переписка и т.д.). Каждое приложение должно начинаться с новой страницы с указанием в правом верхнем углу слова «Приложение», иметь номер и тематический заголовок. При наличии в работе более одного приложения они нумеруются арабскими цифрами (без знака «№»), например, «Приложение 1». Нумерация страниц, на которых даются приложения, должна быть сквозной и продолжать общую нумерацию страниц основного текста.

Критерии оценивания:

- Полнота и глубина изложения ответа (усвоенные теории, понятия, факты) – 1 балл;
 - Логика изложения материала – 1 балл;
 - Примеры использования описанных явлений и процессов – 1 балл;
 - Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных источников информации – 1 балл;
 - Оформление работы – 1 балл.
- «Зачтено» - 3 балла и более;
 «Не зачтено» - менее 3 баллов.

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

1. Зачет (4 семестр)

а) Средствами оценивания являются задания для текущего контроля и итоговые тесты.

Итоговый тест

Вариант 1

1. Соотнесите типоморфный элемент и тип геохимического ландшафта

тундровый тип ландшафта	Н
бореальные пустыни	Ca, Na
ландшафты широколиственных лесов	Ca
2. Для каких соединений элементов наиболее характерна коллоидная миграция:

- Ca
Mg
Na
Al
3. Какие воздушные мигранты накапливаются на биогеохимическом барьере:
C, O, H
N, I, Al
S, Cl, C
N, F, P
4. Концентрация каких рассеянных элементов в составе растений свидетельствует о влиянии моря:
Mn
Fe
Na
Cu
5. К зольным элементам относятся:
Zn
C
H
N
6. Умеренные растения концентраторы имеют биогеохимический параметр — ОСВР:
4 – 25
25 – 40
40 – 65
65 – 70
7. Самый высокий коэффициент биологического поглощения для растений суши определяется для химических элементов:
Ca и N
Cl и S
F и P
Fe и Al
8. Определите элемент талассофил:
Na
K
Zn
Fe
9. Быстрый рост технофильности в столетие (от 50 до 60 раз) отмечается для:
Na
P
Ni
Al
10. К зольным элементам не относятся:
Mg
Si
F
N

Критерии оценивания:

«Отлично» - 10-9 правильных ответов;

«Хорошо» - 7-8 правильных ответов;

«Удовлетворительно» - 5-6 правильных ответов;

«Неудовлетворительно» - менее 5 правильных ответов.

Критерии выставления зачета:

«**Зачтено**» выставляется студенту, который:

- выполнил и защитил не менее 3 практических работ;
- написал итоговое тестовое задание на оценку не ниже «удовлетворительно»;
- сдал номенклатуру карты на оценку не ниже «удовлетворительно».

«**Не зачтено**» выставляется студенту, который:

- выполнил и защитил менее 3 практических работ;
- или написал итоговое тестовое задание на оценку ниже «удовлетворительно»;
- или не сдал номенклатуру карты на оценку ниже «удовлетворительно».

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Чендев Ю.Г. Геохимия окружающей среды: учебное пособие для вузов. – 2-е изд., испр. И доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 146 с.
<https://urait.ru/viewer/geohimiya-okruzhayuschey-sredy-448335#page/2>

7.2. Дополнительная литература

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

7.3. 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>

8. Материально-техническое обеспечение

Учебные аудитории для проведения учебных занятий - корпус № 1, ауд. 61: ноутбук HP 530 CM-530, проектор Vivitek Д557W, экран настенный ProScreen; ауд. 64.

Помещение для самостоятельной работы - уч. корпус № 1, ауд. 26: учебная мебель (30 посадочных мест), компьютерный класс с выходом в сеть Интернет (17 компьютеров), принтер HP Deskjet 1280, сканер EPSONGT1500 АЗ.

9. Программное обеспечение

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.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022