Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
филиал МГУ в г. Севастополе
факультет естественных наук
кафедра геоэкологии и природопользования

УТВЕРЖДЕНО
на 2023-2024 учебный год
Методическим советом Филиала
Протокол № 10 от «30» 08 2023 г.
Заместитель директора по учебной работе
Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДЕНО
на 2022-2023 учебный год
Методическим советом Филиала
Протокол № 8 от «28» 06 2022
Заместитель директора по учебной работе
Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Филиала МГУ в г.Севастополе
_____ О.А. Шпырко
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.02 «География»

Профиль ОПОП:
геоэкология

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры геоэкологии и природопользования
протокол № 10 от 10 июня 2021г.
Заведующая кафедрой
_____ (Е.И. Голубева)
(подпись)

Рабочая программа одобрена
Методическим советом
Филиала МГУ в г.Севастополе
Протокол № 8 от 31 августа 2021г.
_____ (С.А. Наличаева)
(подпись)

Севастополь, 2021

Рабочая программа разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.03.02 «География», утвержденным приказом МГУ от 30 декабря 2020 года № 1383.

Год приема на обучение – 2021, 2022г.

курс – 2, 3;

семестр – 4, 5;

зачетных единиц – 5;

академических часов – 180 часов. в т.ч.:

лекций – 44 часа;

лабораторных занятий – 62 часа;

самостоятельная работа – 74 часа

формы промежуточной аттестации - зачет в 4 и экзамен в 5 семестрах.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.

Дисциплина «Лабораторные методы исследований» входит в блок профессиональной подготовки вариативной части ОПОП ВО по направлению «География».

Целями освоения учебной дисциплины «Лабораторные методы исследований» являются изучение теоретических основ и получения практических навыков химических (титриметрических и гравиметрических) и инструментальных (спектроскопических, электрохимических, хроматографических, радиометрических) методов анализа компонентов окружающей среды: природных вод, атмосферного воздуха, почв, донных отложений, биоты.

Задачи курса:

1. Дать понятие химического состава природных объектов: атмосферного воздуха, природных вод, почв, донных отложений и методов, применяемых для их анализа.
2. Изучение теоретических и практических основ химических и физико-химических лабораторных методов исследования окружающей среды: гравиметрии, титриметрии, фотоколориметрии, спектроскопии, хроматографии, электрохимии, радиометрии, рентгено-флуоресцентного анализа, масс-спектрометрии, ЯМР-спектрометрии.
3. Освоение особенностей техники эксперимента и приемов интерпретации аналитических данных, полученных с помощью методов, основанных на измерении параметров химических и физико-химических факторов в окружающей среде: уровней содержания главных компонентов биотопа, загрязняющих веществ, растворенных газов, биогенных элементов, радиационного фона.
4. Обучение приемам оценки основных погрешностей анализа и принципам статистической обработки результатов измерений.

2. Входные требования для освоения дисциплины.

Дисциплина «Лабораторные методы исследований» изучается в 4 и 5 семестрах, поэтому базируется на дисциплине “Общая химия”

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

***Знать*:**

· основные методы пробоотбора, используемые при анализе воды, воздуха, почвы, гидробионтов, подготовки пробы к анализу;

· принципы, на которых основаны методы разделения и концентрирования при анализе компонентов окружающей среды;

· основные методы физико-химического анализа объектов природной среды;

· основной приборный парк современной аналитической (экологической) лаборатории;

· основные критерии, используемые при выборе метода анализа;

· основные погрешности анализа и принципы обработки результатов измерений;

Уметь:

· пользоваться справочной литературой для решения аналитических задач;

· формулировать аналитическую задачу для анализа веществ в объектах окружающей среды: воды, почв, донных отложений, биоты;

· на основе анализа научно-литературных данных и нормативных документов структурировать пути ее решения;

· логически оценивать результаты, полученные при анализе объектов окружающей среды с позиций существующих нормативных актов.

Владеть навыками:

· проведения аналитических операций методов анализа (отбора средней пробы, взятия навески, экстракции, приготовления рабочих растворов) и связанных с ними расчетов;

· проведения химических титриметрических методов анализа по определению растворенного кислорода, общей жесткости и кальция, общей щелочности и хлорности воды;

· работы на фотометрических, электрохимических и хроматографических приборах и на основе этих методов навыки проведения определения водородного показателя воды, содержания фосфора в эквиваленте фосфатов; нитритов и кремния в воде, а также определения таких загрязняющих веществ в компонентах окружающей среды, как нефтяные углеводороды, тяжелые металлы, радионуклиды, стойкие хлорорганические соединения;

· расшифровки и обработки полученной информации вручную или при использовании соответствующего программного обеспечения,

· правильного представления результатов анализа в отчете о проделанной экспериментальной работе и их критической оценки.

4. Формат обучения: контактный, дистанционный с использованием Портала дистанционной поддержки образовательного процесса Филиала (https://distant.sev.msu.ru/).

5. Объем дисциплины составляет 5 з.е., в том числе 106 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (аудиторная нагрузка), 74 академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

6.1. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Номинальные трудозатраты обучающегося			Всего (часы)	Форма текущего контроля успеваемости (наименование)
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы		Самостоятельная работа обучающегося, академические часы		
	Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*			
4 семестр					
Предмет аналитической химии, ее структура. Предмет и задачи аналитических исследований. Значение аналитической химии в развитии геоэкологии и океанологии	2	2	1	5	тестовый опрос
Метрологические основы химических, физических и физико-химических методов анализа. Метод и методика. Погрешность анализа.	2	2	1	5	тестовый опрос
Вода и её свойства. Вода как растворитель.	2	2	1	5	тестовый опрос

Химический состав природных вод					
Методы выделения, разделения, концентрирования и очистки веществ из природных объектов	2	2	1	5	тестовый опрос
Классификация химических методов анализа. Гравиметрический метод	2	2	1	5	тестовый опрос
Титриметрические методы. Определение растворенного кислорода, щелочности и жесткости воды	4	4	1	9	тестовый опрос
Основные закономерности светопоглощения. Закон Бугера-Ламберта-Бера	4	4	1	9	тестовый опрос
Спектрометрические методы анализа. Фотометрия и спектрофотометрия	4	4	2	10	тестовый опрос
УФ-, γ- и ИК-спектрометрия. Спектрометрия поглощения, спектрометрия испускания. ААС и АЭС спектроскопия.	4	4	2	10	тестовый опрос
Промежуточная аттестация *(устный экзамен)*			8	8	
Итого	26	26	20	72	

5 семестр					
Хроматографические методы анализа. Газовая и высокоэффективная жидкостная хроматография	4	6	6	16	Тестовый опрос
Качественный и количественный хроматографический анализ	2	6	8	16	Тестовый опрос
Основы рентгено-флуоресцентного анализа	4	4	6	14	Консультации
Метод капиллярного электрофореза (КЭФ) И компоненты природных объектов, анализируемых методом КЭФ	2	4	6	12	Консультации
Физико-химические основы электрохимических методов анализа	2	6	8	16	Консультации
Радиометрические методы. Мера воздействия радиационного излучения. Понятие поглощенной дозы.	2	6	6	14	Тестовый опрос
ЯМР-спектрометрия. Томография	2	4	6	12	Консультации
Промежуточная аттестация *(устный экзамен)*			8	8	
Итого	18	36	54	108	
Итого за 2 семестра	44	62	74	180	

6.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
4 семестр		
1.	Предмет аналитической	Введение. Предмет аналитической химии, ее структура. Объекты для аналитических работ геоэкологов и океанологов.

	химии, ее структура. Предмет и задачи аналитических исследований. Значение аналитической химии в развитии геоэкологии и океанологии	Значение аналитической химии в развитии геоэкологии и океанологии. Краткая история развития аналитической химии. Значение для развития аналитической химии работ Р.Бойля, М.В. Ломоносова, Д.И. Менделеева. Понятие “анализ”. Проба как носитель информации. Качественный и количественный анализ. Метод анализа как пример передачи информации, содержащейся в пробе. Требования, предъявляемые к методу анализа. Химические, физические, физико-химические методы анализа.
2	Метрологические основы химических, физических и физико-химических методов анализа. Метод и методика. Погрешность анализа.	Метрологические основы химических, физических и физико-химических методов анализа. Аналитический сигнал. Холостой опыт. Способы определения концентрации веществ: абсолютные и относительные методы. Единицы выражения количества вещества. Единицы выражения концентраций вещества. Метод и методика. Классификация погрешностей анализа: абсолютная, относительная, систематическая и случайная. Правильность и воспроизводимость. Проверка правильности анализа. Стандартные образцы. Статистическая обработка результатов анализа. Сравнение результатов двух методов по статистическим критериям. Графическое представление данных анализа. Характеристики чувствительности методов анализа: коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемого содержания. Селективность метода.
3	Вода и её свойства. Вода как растворитель. Химический состав природных вод	Вода и ее свойства. Особенности строения молекулы воды, ее структура, изотопный состав. Основные аномалии физических и химических свойств воды, их значение в природе. Свойства воды как растворителя. Основные группы веществ, присутствующих в природных водах: главные компоненты, органические вещества, растворенные газы, биогенные вещества. Выражение концентрации основных групп веществ. Характеристики природных вод, указывающие на свойства воды, обусловленные не одним, а несколькими компонентами: щелочность, окисляемость, БПК.
4	Методы выделения, разделения, концентрирования и очистки веществ из природных объектов	Методы выделения, разделения, концентрирования и очистки веществ из природных объектов: экстракция жидкостно-жидкостная, твердо-фазная, перегонка с водяным паром, осаждение. Очистка колоночной хроматографией, сжиганием в СВЧ-печи, сжиганием хромовой смесью и концентрированными кислотами.
5	Классификация химических методов анализа. Гравиметрический метод	Классификация химических методов анализа. Основные законы, на которых базируется количественный анализ: закон сохранения масс. Закон эквивалентов. Химический эквивалент. Гравиметрический метод. Метод осаждения. Гравиметрическая и осаждаемая формы. Применение гравиметрических методов для анализа объектов окружающей среды.
6	Титриметрические методы. Определение растворенного кислорода, щелочности и	Титриметрические методы. Основные понятия: титр, титрант, аликвота, точка эквивалентности. Классификация титриметрических методов: по характеру реакции, по применяемым реагентам, по способу проведения титрования. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Способы титрования: прямое, обратное. Кривые

	жесткости воды	титрования. Точка эквивалентности и конечная точкатитрования. Способы фиксирования конечной точки титрования. Индикаторы.
7	Основные закономерности светопоглощения. Закон Бугера-Ламберта-Бера	Основные закономерности светопоглощения. Закон Бугера-Ламберта и его математическое выражение. Пропускание и коэффициент пропускания. Оптическая плотность. Закон Бера. Объединенный закон Бугера-Ламберта-Бера. Его математическое выражение и характеристики всех входящих в него величин. Единицы измерения D, λ, C, E, L.
8	Спектрометрические методы анализа. Фотометрия и спектрофотометрия	Спектрометрические методы анализа. Основы атомной спектрометрии. Основное и возбужденное состояние атомов. Энергетические переходы. Основы молекулярной спектрометрии. Виды квантовых переходов в молекулах. Классификация методов прикладной спектрометрии по видам поглощенной энергии: γ-, УФ-, фотометрия видимой области и ИК-спектрометрия и по характеру взаимодействия излучения с веществом: спектрометрия поглощения (абсорбционную), спектрометрия испускания (эмиссионную).
9	УФ-, γ- и ИК-спектрометрия. Спектрометрия поглощения, спектрометрия испускания. ААС и АЭС спектроскопия.	Фотометрия и спектрофотометрия как один из основных методов определения состава вещества и концентрации различных элементов в природных объектах. Принципы методов и особенности аппаратурного решения. Качественный и количественный спектрофотометрический анализ.
5 семестр		
1	Хроматографические методы анализа. Газовая и высокоэффективная жидкостная хроматография	Хроматографические методы анализа. Классификация методов хроматографии по агрегатному состоянию фаз и по конфигурации разделяющей системы. Области применения и преимущества и недостатки ГХ и ВЭЖХ. Газовая хроматография. Теоретические основы метода. Изотермы сорбции. Варианты метода: газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматография. Аппаратура для газовой хроматографии. Принципиальная схема газового хроматографа. Хроматографические колонки, термостаты, детекторы. Классификация детекторов, применяемых в газовой хроматографии: ДЭЗ, ПИД и катарометр, их важнейшие характеристики.
2	Качественный и количественный хроматографический анализ	Качественный и количественный хроматографический анализ. Характеристики хроматографического пика. Параметры удерживания в газовой хроматографии.
3	Основы рентгено-флуоресцентного анализа	Основы рентгено-флуоресцентного анализа (РФА). Вещества, определяемые данным методом. Пробоподготовка. Качественный и количественный РФА.
4	Метод капиллярного электрофореза (КЭФ) и компоненты природных объектов, анализируемых	Понятие о методе капиллярного электрофореза. Устройство системы капиллярного электрофореза. Понятие двойного электрического слоя. Области применения капиллярного электрофореза. Детекторы, применяемые в системах капиллярного электрофореза. Прямое и косвенное детектирование водорастворимых катионов и анионов.

	методом КЭФ	
5	Физико-химические основы электрохимических методов анализа	Физико-химические основы электрохимических методов анализа Кондуктометрия, потенциометрия, полярография, Индикаторные электроды, электрод сравнения, ионселективные электроды, особенности их действия и калибровки.
6	Радиометрические методы. Мера воздействия радиационного излучения. Понятие поглощенной дозы.	Радиометрические методы. Радиоактивное излучение. Устойчивые и неустойчивые ядра, естественная и искусственная радиоактивность. Способы регистрации альфа-, бета – и гамма излучающих радионуклидов. Единицы измерения радиоактивности. Альфа-распад. Его энергия и период полураспада. Природные и искусственные альфа-изотопы. Радиоактивные ряды. Метод измерения альфа-излучения. Бета-распад. Его энергия и период полураспада. Примеры бета-радионуклидов. Способ детектирования стронция-90. Черенковское излучение. Сцинтилляторы. Гамма-излучение ядер. Примеры гамма-излучающих радионуклидов. Полупроводниковые детекторы. Воздействие ионизирующих излучений. Мера радиационного воздействия. Поглощенная доза. Эквивалентная доза. Единицы активности и дозы.
7	ЯМР-спектрометрия. Томография	Понятие о методе ядерного магнитного резонанса.Понятие о химическом сдвиге. Области применения ЯМР-спектроскопии. ЯМР-томография.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Примеры тестовых заданий

Тестовое контрольное задание по теме «Атомно-абсорбционная спектроскопия» (ААС)

1. Отметьте ученых, работы которых предшествовали появлению метода ААС:

а) Цвет; в) Ньютон; д) Бунзен;

б) Кирхгоф; г) Волластон е) Фраунгофер;

2. Атомно-абсорбционный метод элементного анализа, основан на измерении:

а) эмиссии кванта света резонансной длины волны нейтральными атомами металлов после их перевода в атомарное состояние;

б) селективного поглощения оптического излучения определенной длины волны атомами металлов и металлоидов, находящихся в газовой фазе;

в) поглощения резонансной энергии ионами металлов и металлоидов, находящихся в газовой фазе.

3. Резонансная линия – это:

а) спектральная линия поглощения атома, частота которой совпадает с частотой света, испускающего его при переходе из возбужденного энергетического состояния в основное;

б) спектральная линия излучения атома, частота которой совпадает с частотой света, поглощаемого им в основном состоянии.

в) одна или несколько наиболее интенсивных линий в спектре при резонансном излучении.

4. Отметьте математическое выражение физического закона, определяющего ослабление пучка света при прохождении его через слой поглощающей среды:

а) $h\nu = \Delta E = E_2 - E_1$; б) $I_0 = Ie^{\alpha l}$; в) $I(l) = I_0 e^{-\kappa_\lambda l}$ г) $D = \lg(I_0/I) = kCl = \varepsilon_\lambda Cl$

напишите названия составляющих уравнения этого объединенного закона Бугера-Ламберта-Бера:

5. Нарисуйте принципиальную схему однолучевого атомно-абсорбционного спектрометра и назовите его основные составляющие узлы:

6. Соотнесите узлы ААС-спектрометра из назначению:

Монохроматор	создание параллельного луча света, изменение направления света
Фотоэлементы и фотоумножители	пропускание излучения с заданной длиной волны
Система линз	источник излучения
Ртутные лампы и лампы с полым катодом	приём излучения, преобразование световой энергии в электрическую

7. Отметьте известные вам источники резонансного излучения, применяемые в ААС:

а) лампа накаливания с вольфрамовой спиралью; б) ртутная лампа; в) лампы с полым металлическим анодом; в) лампы с полым металлическим катодом;

8. Отметьте известные вам типы атомизаторов, применяемых в ААС:

а) графитовые печи; б) электротермические атомизаторы; в) пламенные атомизаторы;

9. Присвойте соответствующие номера (от 1 до 4) этапам графика подъема температуры в графитовой кювете во время проведения типичного анализа методом ААС:

- очистка кюветы; - пиролиз; - атомизация; - сушка.

10. Аналитический сигнал в методе ААС - это…

а) величина разницы эмиссии энергии света спектральной лампы, поступающей на поглощающий слой и прошедшей через него;

б) величина поглощения энергии света спектральной лампы при атомизации соответствующего ей химического элемента в ацетиленовом пламени или графитовой кювете.

в) величина поглощения резонансной линии энергии металлом или металлоидом после перевода их в атомарное состояние;

11. Отметьте элементы, которые в донных отложениях в основном определяют методом ААС:

а) ртуть; б) кадмий; в) углерод; г) медь; д) цинк; е) свинец; ж) никель; з) фосфор

12. Отметьте метод, которым определяют в донных осадках ртуть и напишите, почему возможно определение ртути таким методом:

а) ААС холодного пара; б) ААС теплого пара; в) ААС горячего пара;

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Вопросы к экзамену в 4 семестре

Общие вопросы

1. Химический состав природных вод. Природные воды, как растворы. Выпариванием 250 г морской воды получено 10 г соли. Определите массовую долю соли в морской воде.
2. Химические методы анализа. Области их применения. Осаждаемая форма в гравиметрическом анализе. Требования к ней.
3. Главные компоненты солевого состава морских и поверхностных вод. Соленость (S ‰). Хлорность воды (Cl ‰). Методы определения солености. Аргентометрическим методом определили, что хлорность исследуемой пробы равна 9,95‰, рассчитайте значение солености.
4. Водородный показатель и определяющие его факторы. Методы и цели определения pH. Определить $pH_{in\ situ}$, если известно, что проба морской воды, отобранная на горизонте 100 м при t=5°C имеет $pH_{изм}$ = 7,8 при температуре в лаборатории t=25°C.

Метрологические аспекты лабораторных методов анализа

1. Результат единичного определения и результат анализа. Параллельные определения. Погрешность результата. Понятия абсолютной и относительной погрешностей.
2. Генеральная совокупность и выборочная совокупность (выборка). Определение среднего.

Классификация погрешностей по происхождению. Определение систематической и случайной погрешностей.

3. Критерии воспроизводимости. Определения отклонения, среднего отклонения, размаха варьирования, дисперсии, стандартного отклонения. Степень свободы, её связь с числом вариант в выборке.
4. Оценка правильности результатов анализа. Доверительный интервал, доверительная вероятность, число степеней свободы, коэффициент Стьюдента.

Методы титриметрического (объемного) анализа

1. Жесткость природных вод. Комплексонометрическое определение жесткости. Карбонатная и некарбонатная жесткость воды. Определить общую жесткость воды, если химическим анализом установлено, что в 4 л воды содержится 42 мг $^{Mg2+}$ и 114 мг Ca^{2+}.
2. Растворенный кислород. Сущность метода Винклера. Определить насыщение кислородом в процентах, если химическим анализом установлено, что концентрация O_2 в пробе 8,23 мл/л, соленость – 16,4 ‰, температуры воды при отборе пробы была равна 4°С.

Спектрофотометрические методы анализа

1. Монохроматическое излучение. Способы монохроматизации в приборах КФК, СФ. Что такое спектр поглощения?
2. Закон, на котором основана возможность спектрофотометрического определения концентрации вещества. Его математическое выражение, характеристики входящих в него величин, их единицы измерения.
3. Оптическая плотность: физический смысл, от чего зависит её величина, диапазон её измерения и диапазон, пригодный для измерения.
4. Порядок работы на спектрофотометрах (СФ) и концентрационных фотоколориметрах (КФК). Спектры излучения в СФ и КФК. Установка диапазона длины волны в СФ и КФК. Растворы сравнения.
5. Спектрофотометрические методы определения главных ионов в природных водах: фосфаты. Неорганические формы фосфора в природных водах. Форма, в которой определяются фосфаты спектрометрическими методами. Раствор сравнения.
6. Спектрофотометрические методы определения главных ионов в природных водах: соединения азота. Минеральные соединения азота в природных водах (напишите формулы неорганических форм).
7. Спектрофотометрическое определение нитритов (порядок добавления реагентов, окраска растворов для измерения D, устанавливаемая длина волны).
8. Измерение концентрации растворенных соединений кремния спектрофотометрическим методом. Реактивы, применяемые в анализе. Окраска аналитических расвторов.
9. Задачи по расчету концентраций растворов, оптической плотности, величины пропускания на основе фотометрических измерений. (При решении необходимо знание закона Бугера-Ламберта-Бера).

<u>Вопросы к экзамену в 5 семестре</u>

1. Основные группы веществ, присутствующие в природных средах. Основные типы приоритетных загрязняющих веществ. Единицы измерения концентраций загрязняющих веществ.
2. Основные типы стойких органических загрязнителей, их источники и обусловленные ими стрессы. Пробоподготовка проб гидробионтов для хроматографического анализа ХОП и ПХБ.
3. Основные принципы гигиенического нормирования загрязнителей в объектах окружающей среды. Понятия о ПСП, ПДК, ОДУ, ПДУ. ПДК для хлорорганических токсикантов.
4. Методы аналитической химии: пробоотбора, концентрирования, разделения, обнаружения, определения, оценка достоверности.
5. Основные факторы выбора метода и методики. Чувствительность, селективность и их характеристики, предел обнаружения и нижняя граница определения соединений.

6. Аналитический сигнал. Градуировочная функция и калибровочная характеристика. Оценка правильности результатов анализа: дисперсия, абсолютное и относительное стандартное отклонение, доверительный интервал, доверительная вероятность, число степеней свободы, коэффициент Стьюдента.
7. Основные виды классификации методов анализа. Химические и физико-химические методы анализа.
8. Хроматографические методы анализа. История их возникновения. Современное состояние методов, область применения, значение и место среди других аналитических методов.
9. Основные понятия хроматографии. Сорбция, десорбция, адсорбция, абсорбция, сорбент, подвижная фаза, неподвижная фаза (Требования к неподвижной жидкой фазе в газожидкостной хроматографии), сорбат, элюент, элюат.
10. Газовая хроматография. Теоретические основы метода. Изотермы сорбции. Варианты метода: газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматография.
11. Аппаратура для газовой хроматографии. Хроматографические колонки, термостаты, детекторы.
12. Классификация детекторов, применяемых в газовой хроматографии: ДЭЗ, ПИД и катарометр, их важнейшие характеристики.
13. Классификация методов хроматографии по агрегатному состоянию фаз и по конфигурации разделяющей системы. Области применения, преимущества и недостатки ГХ и ВЭЖХ.
14. Качественный и количественный хроматографический анализ.
15. Характеристики хроматографического пика. Параметры удерживания в газовой хроматографии.
16. Закон Бугера-Ламберта-Бера и физико-химические методы анализа, основанные на его использовании.
17. Понятие о спектре. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Классификация спектроскопических методов. Уф-, ИК- и спектрометрия видимой области.
18. Классификация видов спектрометрии по характеру взаимодействия излучения с веществом.
19. Основной закон, на котором основана возможность спектрофотометрического определения вещества. Его математическое выражение и характеристики всех входящих в него величин. Единицы измерения D, λ, C, E, L.
20. Основы рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). Перечень веществ, определяемых данным методом. Пробоподготовка. Качественный и количественный РФА.
21. Понятие о методе капиллярного электрофореза. Устройство системы капиллярного электрофореза. Понятие двойного электрического слоя. Области применения капиллярного электрофореза.
22. Детекторы, применяемые в системах капиллярного электрофореза. Прямое и косвенное детектирование водорастворимых катионов и анионов.
23. Понятие о методе ядерного магнитного резонанса. Понятие о химическом сдвиге. Области применения ЯМР-спектроскопии. ЯМР-томография.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка / РО и соответствующие виды оценочных средств	2	3	4	5
Знания *(виды оценочных средств: устные и письменные опросы и контрольные работы, тесты, и т.п.)*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания

Умения *(виды оценочных средств: практические контрольные задания, написание и защита рефератов на заданную тему и т.п.)*	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) *(виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)*	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Горшкова О.М., Краснушкин А.В., Потапов А.А., Пращикина Е.М., Марголина И.Л., Корешкова Т.Н., Шкиль А.Н. Лабораторные методы изучения и контроля состояния окружающей среды: Учебное пособие / Под ред. А.П. Капицы, А.В. Краснушкина. М.: Географический факультет МГУ, 2008. 180 с.
2. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки / Под ред. А.Г. Муравьева. – СПб.: Крисмас+, 2011. – 264 с.
3. Сборник методических указаний по гидрохимии природных вод. Учебное пособие. – Севастополь: Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Севастополе, 2012. – 80 с.

б) дополнительная литература;

1. Инструментальные физико-химические методы анализа ландшафтно-геохимических исследований. Под ред. Н.С. Касимова. Уч. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1990.
2. Экспресс-анализ экологических проб: практическое руководство. – М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 424 с.
3. Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды: Учебное пособие. – Воронеж: Издательство «Истоки», 2010. – 304 с.

в) интернет-ресурсы

- http://www.mnr.gov.ru/ – Интернет-сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации
- http://www.epa.gov/ – Интернет-сайт U.S. Environmental Protection Agency
- http://www.icnirp.de/index.html – Интернет-сайт International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection.

г) программное обеспечение

- Пакет программ Microsoft Office - MS Word, Excel;
- Специализированные пакеты Golden Surfer и Golden Grapher;
- 32-битный хроматографический программный комплекс Galaxie (Система анализа хроматографических данных);
- Программно-аппаратный комплекс для сбора и обработки хроматографических данных МкльтиХром для Windows 9x NT;
- Vision 32 - программа управления спектрометром Helios α – β.

При обучении используется целый комплекс материально-технических сред, позволяющих проводить как лабораторные, так и полевые исследования по оценке состояния окружающей среды, и решать при этом учебные и научно-исследовательские задачи с помощью классических и современных лабораторных методов. Особую роль в техническом оснащении учебно-научного процесса играет наличие мобильных портативных приборов и создание соответствующих мобильных лабораторий, так как на летних выездных практиках студенты учатся отбирать пробы, проводить первичные

измерения на месте отбора при помощи портативных приборов, анализировать полученные пробы в лаборатории, систематизировать и анализировать первичную информацию о состоянии отдельных компонентов окружающей среды, делать выводы и представлять это в научных отчетах о практиках.

Такое сочетание лекционных теоретических курсов, практических аналитических работ в стационарной и полевых лабораториях дает студентам возможность получить как теоретические знания, так и умение вести практические экологические исследования на современном техническом уровне.

Ниже приведен перечень основных технических средств, использующихся при проведении лабораторных и полевых научных исследований студентами, предоставляющих возможность использовать различные аналитические методы: химические, физико-химические (спектрофотометрические, хроматографические) и другие.

Основные технические средства, используемые студентами при проведении лабораторных и полевых занятиях

№	Вид технического оснащения	Количество, единиц	Назначение
Лабораторное оборудование			
1	Газовый хроматограф «Вариан 3800»	1	Определение концентрации ХОС в компонентах окружающей среды
2	Фотометры и УФ и ИК-спектрофотометры: «КФК-2», Гелиос и Ик-спектометр	3	Измерение оптической плотности жидких проб в широком диапазоне длин волн. Используется в аналитических методиках определения примесей химическими методами с фотохимическим окончанием
3	Аквадистиллятор	1	Получение дистиллированной воды лабораторного качества
4	Электронные аналитические весы	5	Измерение массы химических реактивов/проб в диапазоне до 200 г с точностью +/- 0,1 мг
5	Иономер И-1200 лабораторный	3	Измерение концентрации ионов в природных водах
6	Иономер- pH-метр pH 410 портативный	1	Определение величины PH, растворимых загрязнителей и минерализации водных объектов в режиме реального времени
7	ЭВМ	2	Первичная обработка результатов измерений, полученным от аналитических приборов
8	Термометр ТЛ-50 КШ-14/23 0 +100°С ц.д. 0,5°С	несколько	Измерение основного параметра водной среды:температуры
9	Термометр ТЛ-50 КШ-14/23 0 +100°С ц.д. 0,5°С	1	-«-
10	Термометр ТЛ-50 КШ-14/23 0 +250°С ц.д. 0,5°С)	1	Измерение температуры при перегонке растворителей
11	Термостат 1ТЖ-0-03	1	Подготовка проб почв, донных отложений для анализов: высушивание, прокаливание
12	Термостат ТС - 80М-2	1	-«-

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватели: доцент, к.г.н. Ясенева Е.В.

11. Автор программы: доцент, к.г.н. Ясенева Е.В. (на основе программы к.б.н. Малахова Л.В.)

ОФОРМЛЕНИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА ДЛЯ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ, ПРОВОДИМОЙ В ФОРМЕ УСТНОГО ЭКЗАМЕНА

ФИЛИАЛ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА имени М.В. ЛОМОНОСОВА в г. СЕВАСТОПОЛЕ

Направление 05.03.02 «География»

Учебная дисциплина «Лабораторные методы исследований»

Семестр 4-й

Экзаменационный билет № 1

1. Химический состав природных вод. Природные воды, как растворы.
2. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
3. Классификация методов прикладной спектрометрии по видам поглощенной энергии.

Задача Выпариванием 250 г морской воды получено 10 г соли. Определите массовую долю соли в морской воде.

Утверждено на заседании кафедры,
протокол №____от «_____»_____20___г.

Зав. кафедрой

Преподаватель