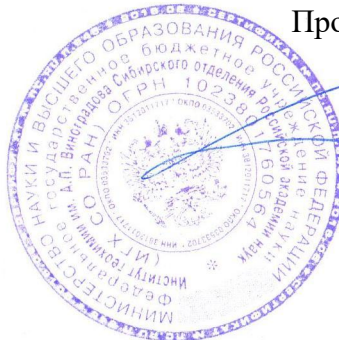


**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геохимии им. А.П. Виноградова
Сибирского отделения Российской академии наук**

УТВЕРЖДЕНА
на заседании Ученого совета ИГХ СО РАН
Протокол № 2 от 28.04.2026



Директор

А.Б. Перепелов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.02 Аналитические методы в эколого-геохимических исследованиях

Направление подготовки: 05.04.01 Геология

Направленность подготовки: Геохимия, минералогия и геоэкология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Иркутск 2026 г.

Содержание

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО.....	3
3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	7
4.2. План и перечень тем самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	8
4.3. Содержание учебного материала	10
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	12
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
5.1 Перечень основной и дополнительной литературы	12
5.2. Периодические издания	13
5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы	13
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	13
6.2. Программное обеспечение:.....	14
6.3. Технические и электронные средства обучения:.....	14
7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	14
8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	14
8.1. Оценочные материалы для текущего контроля	17
8.2 Оценочные материалы для промежуточной аттестации.....	19

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: ознакомление обучающихся с возможностями и особенностями аналитических методов анализа для исследования природных объектов, формирование профессиональных компетенций, позволяющих применить полученные знания в эколого-геохимических исследованиях.

Задачи дисциплины:

- знакомство со способами отбора и подготовки проб, порядком обращения с пробами;
- знакомство с аналитическими методами, применяемыми при анализе различных природных объектов и объектов, подвергнутых антропогенному воздействию;
- формирование понимания возможностей аналитических методов для анализа природных объектов разнообразного состава и агрегатного состояния;
- формирование навыков обработки и представления результатов проведенных исследований по установленным формам при выполнении научно-практической работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных в рамках изучения фундаментальных естественно-научных дисциплин как «Общая химия», «Общая биология», «Общая физика», «Экология и природопользование», «Общая геохимия» бакалавриата высших учебных заведений.

Полученные в рамках изучения данной дисциплины знания, умения и опыт необходимы для освоения таких дисциплин как: «Представление результатов научно-исследовательской деятельности», «Геоэкология», «Геохимия элементов», «Организация научно-исследовательских проектов».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у студента следующих компетенций (элементов компетенций) в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 05.04.01 Геология:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-1 Способен использовать фундаментальные теоретические знания при решении научно-исследовательских задач в области геологии	ИД-1_{ПК-1} Использует современные положения фундаментальных геологических дисциплин на разных этапах осуществления и сопровождения научно-исследовательских работ	Знать З-1: теоретические вопросы в области профессиональных задач Уметь У-1: применять современные положения фундаментальных дисциплин в научно-исследовательской работе Владеть В-1: навыками анализа информации при осуществлении исследовательской работы
	ИД-2_{ПК-1} Воспринимает фундаментальные теоретические знания как	Знать З-1: способы получения фактической информации для

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения
	способ получения фактической информации и инструмент для создания моделей и интерпретации результатов научных исследований	<p>выполнения научных исследований</p> <p>З-2: инструменты создания моделей и интерпретации результатов исследований</p> <p>Уметь</p> <p>У-1: применить фундаментальные теоретические знания для получения фактической информации</p> <p>У-2: оценить возможность применения конкретных способов получения информации и инструментов ее интерпретации по отношению к поставленным задачам</p> <p>Владеть</p> <p>В-1: навыками подбора способов получения информации, инструментов для создания моделей и способами интерпретации результатов</p>
<p>ПК-2</p> <p>Способен осуществлять сбор и анализ геологической информации и материала, а также проводить их документирование</p>	<p>ИД-1_{ПК-2}</p> <p>Проводит отбор, описание, документирование и анализ геологической информации и материала</p>	<p>Знать</p> <p>З-1: методы отбора и порядок документирования процедуры</p> <p>Уметь</p> <p>У-1: проводить отбор проб разных агрегатных состояний и документировать процедуру отбора</p> <p>Владеть</p> <p>В-1: навыками собирать и анализировать информацию об изучаемом материале</p>
<p>ПК-3</p> <p>Способен выбирать и определять оптимальные технические средства и необходимое оборудование при постановке научных исследований, подготавливать и</p>	<p>ИД-2_{ПК-2}</p> <p>Выполняет необходимые процедуры по подготовке проб для проведения аналитических исследований</p>	<p>Знать</p> <p>З-1: особенности и способы подготовки материала для анализа проб различными методами</p> <p>Уметь</p> <p>У-1: подготавливать пробы для выполнения анализа различными методами</p> <p>Владеть</p> <p>В-1: основными методиками пробоподготовки материала</p>
<p>ПК-3</p> <p>Способен выбирать и определять оптимальные технические средства и необходимое оборудование при постановке научных исследований, подготавливать и</p>	<p>ИД-1_{ПК-3}</p> <p>Выбирает и определяет оптимальные технические средства и необходимое оборудование при постановке и проведении научных исследований или эксперимента</p>	<p>Знать</p> <p>З-1: назначение и особенности технических средств и оборудования, которые могут быть использованы для научных исследований</p> <p>Уметь</p>

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения
<p>проводить исследования, эксперименты, наблюдения, измерения, составлять их описание, выполнять их интерпретацию и формулировать выводы</p>		<p>У-1: выбирать оптимальные технические средства и оборудование для проведения эксперимента в рамках своих научных задач Владеть В-1: навыками определять необходимое оборудование и технические средства для проведения исследований</p>
	<p>ИД-2_{пк-3} Подготавливает и проводит исследования, эксперименты, наблюдения, измерения, составляет их описание, выполняет их интерпретацию и формулирует выводы</p>	<p>Знать З-1: способы подготовки и методики выполнения экспериментов Уметь У-1: устанавливать порядок проведения исследований и проводить наблюдения (измерения) У-2: составлять описание наблюдений и выполнять интерпретацию полученных результатов У-3: формулировать выводы на основе полученных результатов Владеть В-1: основными методиками проведения эксперимента, обработки и интерпретации данных</p>
<p>ПК-4 Способен изучать и использовать научно-техническую информацию, применять отечественный и зарубежный опыт при выполнении задач научно-исследовательской работы</p>	<p>ИД-1_{пк-4} Использует учебную, справочную, периодическую, фондовую литературу и информационные ресурсы геологического, геохимического и экологического профиля при выполнении научно-исследовательских работ</p>	<p>Знать З-1: информационные ресурсы (учебную, справочную и периодическую литературу) по геологическому, геохимическому и экологическому профилю для выполнения научно-исследовательских работ Уметь У-1: выбирать информационные ресурсы, необходимые для решения конкретных поставленных задач Владеть В-1: навыками пользования информационными ресурсами для проведения исследовательской работы</p>
	<p>ИД-2_{пк-4} Ориентируется в структуре современных информационных источников, ресурсов и литературе для поиска и</p>	<p>Знать З-1: структуру современных информационных ресурсов, позволяющих проводить поиск и подбор актуальных материалов</p>

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения
	подбора актуальной информации или углубления знаний в рамках решения конкретной профессиональной задачи	для решения профессиональных задач Уметь У-1: пользоваться современными информационными ресурсами для поиска актуальной информации и углубления знаний при решении профессиональных задач Владеть В-1: навыками работы с различными информационными ресурсами для проведения исследовательской работы
ПК-5 Способен составлять графические материалы, характеризующие объект исследования	ИД-1 _{ПК-5} Разбирается в видах, назначении, принципах построения диаграмм, схем, карт и других графических материалов, характеризующих аналитические данные, природные процессы, модели и объект исследований	Знать З-1: виды, назначение, принципы построения графических материалов (диаграммы, схемы, карты) Уметь У-1: представить аналитические данные в форме диаграмм, схем, карт и других графических материалов Владеть В-1: навыками построения различных графических материалов, характеризующих аналитические данные, природные процессы, модели и объект исследований
	ИД-2 _{ПК-5} Использует необходимые технические средства и программные продукты для подготовки графических материалов	Знать З-1: технические средства и программные продукты, их характеристики и области применения Уметь У-1: работать с техническими средствами и программными продуктами для подготовки графических материалов Владеть В-1: навыками использования конкретных технических средств и программного обеспечения при подготовке графических материалов в своей исследовательской работе

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, что составляет 144 академических часа, в том числе 4 академических часов на зачет. Форма промежуточной аттестации: зачет в третьем семестре

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Контроль самостоятельной работы (КСР)	Формы текущего контроля успеваемости / форма промежуточной аттестации
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа		
					Лекции	Семинарские/ практические/ лабораторные занятия	Консультации			
1	Общие вопросы, основные понятия, возможности и особенности методов химического анализа различных объектов эколого-геохимических исследований.	3			2	-		2	Устный опрос	
2	Воздух. Отбор и подготовка проб, химический анализ атмосферного воздуха и аэрозолей.	3			2	2		4	Устный опрос	
3	Атмосферные осадки. Отбор, подготовка и анализ проб.	3			6	5		10	Устный опрос	
4	Вода. Отбор, подготовка и анализ проб.	3			8	8	1	10	Устный опрос	
5	Почва, донные отложения. Отбор, подготовка и анализ проб.	3			8	10		10	Устный опрос	
6	Горные породы, руды и продукты их переработки. Отбор, подготовка и анализ проб.	3			6	10		10	Устный опрос	
7	Отходы производства и техногенные пробы. Отбор, подготовка и анализ проб.	3			6	5		10	Устный опрос	
8	Выбор аналитических методов для изучения объектов эколого-геохимических исследований.	3			2	-		2	Устный опрос	
Всего за третий семестр		3	144		40	40	1	58	2	зачет – 4 часа
Всего за курс			144		40	40	1	58	2	4

4.2. План и перечень тем самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Название раздела, темы	Вид самостоятельной работы	Оценочное средство	Формируемый индикатор достижения компетенции	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы	Трудоемкость, часов
1	Общие вопросы, основные понятия, возможности и особенности методов химического анализа различных объектов эколого-геохимических исследований.	Работа с учебной литературой и периодическими изданиями, электронными информационными ресурсами с целью закрепления материала по изучаемой теме	Устный опрос	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-4} ИД-2 _{ПК-4}	Основная и дополнительная литература, периодические издания, информационно-справочные и поисковые системы	4
2	Воздух. Отбор и подготовка проб, химический анализ атмосферного воздуха и аэрозолей.		Устный опрос	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-4} ИД-2 _{ПК-4} ИД-1 _{ПК-5} ИД-2 _{ПК-5}		6
3	Атмосферные осадки. Отбор, подготовка и анализ проб.		Устный опрос			6
4	Вода. Отбор, подготовка и анализ проб.		Устный опрос			6
5	Почва, донные отложения. Отбор, подготовка и анализ проб.		Устный опрос			6
6	Горные породы, руды и продукты их переработки. Отбор, подготовка и анализ проб.		Устный опрос			6

7	Отходы производства и техногенные пробы. Отбор, подготовка и анализ проб.		Устный опрос	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3}		6
8	Выбор аналитических методов для изучения объектов эколого-геохимических исследований.		Устный опрос	ИД-1 _{ПК-4} ИД-2 _{ПК-4} ИД-1 _{ПК-5} ИД-2 _{ПК-5}		2
	Всего					42

4.3. Содержание учебного материала

Раздел 1. Общие вопросы, основные понятия, возможности и особенности методов химического анализа различных объектов эколого-геохимических исследований.

Объекты химического анализа. Общие требования к анализу проб различного состава.

Классификация методов анализа. Качественный и количественный анализ.

Аналитический цикл и стадии анализа.

Принцип метода, методика, метрологические характеристики методик различных объектов эколого-геохимических исследований.

Раздел 2. Воздух. Отбор и подготовка проб, химический анализ атмосферного воздуха и аэрозолей.

Правила и методики отбора проб воздуха. Оборудование для отбора проб.

Порядок обращения с пробой: документирование процедуры отбора пробы, транспортировка и хранение проб.

Методы выполнения анализа воздуха. Пробоподготовка вещества к проведению анализа. Аппаратура и метрологические характеристики методик.

Раздел 3. Атмосферные осадки. Отбор, подготовка и анализ проб.

Правила и методики отбора проб атмосферных осадков (дождь, снег). Оборудование для отбора проб.

Порядок обращения с пробой: документирование процедуры отбора пробы, транспортировка и хранение проб.

Методы выполнения анализа проб дождя и снега. Пробоподготовка вещества к проведению анализа. Аппаратура и метрологические характеристики методик.

Раздел 4. Вода. Отбор, подготовка и анализ проб.

Классификация видов воды. Правила и методики отбора проб воды (природная, сточная). Оборудование для отбора проб.

Порядок обращения с пробой: документирование процедуры отбора пробы, транспортировка и хранение проб.

Методы выполнения анализа проб воды. Пробоподготовка воды перед проведением анализа. Аппаратура и метрологические характеристики методик.

Раздел 5. Почва, донные отложения. Отбор, подготовка и анализ проб.

Классификация почв по различным признакам. Правила и методики отбора почв. Оборудование для отбора проб.

Порядок обращения с пробой: документирование процедуры отбора пробы, транспортировка и хранение проб.

Методы анализа почв. Пробоподготовка материала для проведения анализа. Аппаратура и метрологические характеристики методик.

Раздел 6. Горные породы, руды и продукты их переработки. Отбор, подготовка и анализ проб

Классификация горных пород. Правила и методики отбора горных пород и руд. Продукты переработки руд. Оборудование для отбора проб.

Порядок обращения с пробой: документирование процедуры отбора пробы, транспортировка и хранение проб.

Методы анализа горных пород, руд и продуктов их переработки. Пробоподготовка материала для проведения анализа. Аппаратура и метрологические характеристики методик.

Раздел 7. Отходы производства и техногенные пробы. Отбор, подготовка и анализ проб

Виды промышленных отходов, техногенные пробы. Методики отбора техногенных проб. Документирование процедуры отбора, транспортировка и хранение проб.

Методы анализа отходов производства и техногенных проб. Аппаратура и метрологические характеристики методик.

Раздел 8. Выбор аналитических методов для изучения объектов эколого-геохимических исследований

Общие вопросы выбора методов исследования вещества в соответствии с изучаемыми задачами геохимии и экологии.

Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ Раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов		
1	2	Определение ртути в воздухе лабораторного помещения методом непламенной атомно-абсорбционной спектроскопии.	2	Отчет	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-1пк-2 ИД-2пк-2 ИД-1пк-3 ИД-2пк-3 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4
2	3	Определение растворенной формы калия (натрия) в атмосферных осадках методом пламенной атомно-эмиссионной спектроскопии.	2	Отчет	
3	3	Знакомство с методом газовой хроматографии при определении загрязняющих веществ в снежном покрове.	3	Отчет	
4	4	Измерение водородного показателя (рН) проб воды потенциометрическим методом.	2	Отчет	
5	4	Определение удельной электрической проводимости в пробах воды с помощью кондуктометра.	2	Отчет	
6	4	Анализ проб воды методом капиллярного электрофореза. Обработка электрофореграмм.	4	Отчет	
7	5	Знакомство с алгоритмом проведения количественного рентгенофлуоресцентного анализа. Способы подготовки проб к РФА. Определение валовых содержаний в пробах	3	Отчет	
8	5	Определение содержания химических элементов в почвах методом спектрофотометрии.	4	Отчет	
9	5	Знакомство с методиками определения органического углерода в почвах.	3	Коллоквиум	
10	6	Определение лития в растворах проб горных пород методом пламенной атомно-эмиссионной спектроскопии.	3	Отчет	
11	6	Знакомство с выполнением измерений на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой. Обработка результатов анализа.	4	Отчет	
12	6	Знакомство с методиками определения золота и серебра в продуктах переработки золотосодержащих руд методом атомно-абсорбционной спектроскопией	3	Коллоквиум	

№ п/п	№ Раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов		
13	7	Определение ртути в пробах почв методом непламенной атомно-абсорбционной спектрометрии.	2	Отчет	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2}
14	7	Определение металлов методом атомно-абсорбционной спектрометрии с пламенной или электротермической атомизацией. Обработка результатов.	3	Отчет	ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-4} ИД-2 _{ПК-4}

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Виды самостоятельной работы: проработка разделов теоретического курса, работа с литературой и подготовка к устному опросу или собеседованию.

Цель: закрепление и более углубленная проработка изучаемого материала, систематизация знаний и получение практических навыков для решения задач профессиональной деятельности.

Задачи: изучить лекционный материал, учебную литературу и периодические издания; выполнить поиск дополнительной информации с помощью электронных ресурсов; обобщить и провести анализ полученной информации; применить способы обработки полученных данных для конкретных исследовательских задач.

Критерии оценивания: степень понимания вопроса, правильность применения терминологии и полнота ответа, способность произвести необходимые расчеты, изложение дополнительной информации по теме изученного материала.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 перечень основной и дополнительной литературы

основная литература

1. Ясманов Н.А. Основы геоэкологии: Учеб. пособие для эколог. Специальностей вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 352 с.
2. Струман В.И. Геоэкология: Учебное пособие. – 2-е изд., стер. – СПб.: Изд-во «Лань», 2018. – 228 с. Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/100928?category_pk=931#book_name
3. Карлович И. А. Геоэкология: учебник – Москва: Академический Проект, 2020. – 512 с. Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. <https://e.lanbook.com/book/132263>
4. Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы пробоотбора и пробоподготовки. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003. – 243 с.
5. Вершинин В. И., Власова И. В., Никифорова И. А. Аналитическая химия. СПб.: Изд-во "Лань", 2022. – 428 с
6. Спектральные методы анализа. Практическое руководство: учебное пособие/ В.И. Васильева, О.Ф. Стоянова, И.В. Шкутина, С.И. Карпов. – СПб.: Лань, 2022. – 416 с. – ISBN 978-5-8114-1638-7. – Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211631> (дата обращения: 22.04.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Бёккер Ю. Спектроскопия. Техносфера, 2009. – 528 с.
8. Конюхов В. Ю. Хроматография: учебник. СПб: Изд-во «Лань», 2022. – 224 с.
9. Лосев Н.Ф., Смагунова А.Н. Основы рентгеноспектрального флуоресцентного анализа. – М.: Химия, 1982. – 208 с.

дополнительная литература

1. Отто М. Современные методы аналитической химии. В 2-х т. М.: Техносфера, 2003. – 416 с.
2. Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 т. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. (серия «Лучший зарубежный учебник»).
3. Методы и достижения современной аналитической химии /Г.К. Будников, В.И. Вершинин, Г.А. Евтюгин и др.– СПб.: Лань, 2021. – 588 с. Режим доступа: <https://reader.lanbook.ru/book/169809#1>
4. Сычев С. Н., Гаврилина В. А. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем. Изд-во: "Лань", 2013. – 256 с. https://e.lanbook.com/book/5108?category_pk=3866#book_name
5. Бахтиаров А.В. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ в геологии и геохимии. М.: Недра, 1985. – 144 с.
6. Ревенко А.Г. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ природных материалов. ВО "Наука", Новосибирск, 1994. – 264 с.
7. Рид С. Дж. Б. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии: пер. с англ. / под ред. Д. Б. Петрова, И.М. Романенко, В.А. Ревенко. М.: Техносфера, 2008. – 232 с.

5.2. периодические издания

Журнал Аналитической химии (<http://www.zhakh.ru>)

Журнал «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» (<https://www.zldm.ru/jour>)

Журнал «Аналитика и контроль» (<https://journals.urfu.ru/index.php/analitika>)

Журнал «X-ray spectrometry»

(<https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/journal/10974539>)

Журнал «Разведка и охрана недр» (<http://rion-journal.com/>)

5.3. базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Экологический портал России и стран СНГ: <http://www.ecologysite.ru>
2. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru>
3. Электронная библиотека – раздел информационного ресурса Научной библиотеки Иркутского государственного университета: <http://library.isu.ru/>
4. Доступ к сайту "Аналитическая химия в России": <http://rusanalytchem.org>
5. X-ray Data Booklet <http://xdb.lbl.gov/>
6. Поисковая интернет-платформа Web of Science
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search>
7. Библиографическая и реферативная база данных «Scopus» <https://www.scopus.com/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

В ИГХ СО РАН оборудована аудитория, которая оснащена ноутбуком, мультимедийным проектором и проекционным экраном. Для проведения занятий используется иллюстрационный материал в виде презентаций. В аудитории имеется доступ к сети интернет.

При выполнении лабораторных работ студенты используют следующее аналитическое оборудование.

1. Масс-спектрометр высокого разрешения с двойной фокусировкой ICP/HRMS ELEMENT 2 (Thermo Scientific, Германия)
2. Оптический эмиссионный спектрометр с индуктивно связанной плазмой iCAP 6300 Duo (Thermo Scientific, США)

3. Атомно-эмиссионный спектрограф ДФС-458 с МАЭС, генератором «Шаровая молния» и установкой «Поток», (ВМК-Оптоэлектроника, Новосибирск, Россия)
4. Атомно-эмиссионный спектрограф ДФС-458 с МАЭС и генератором «Везувий» (ВМК-Оптоэлектроника, Новосибирск, Россия)
5. Оптический спектрофотометр Lambda 950 (Perkin Elmer, США)
6. Спектрометр атомно-абсорбционный AAnalyst 800 с электротермическим и пламенным атомизаторами (Perkin Elmer, США)
7. Спектрометр атомно-абсорбционный модель 403 с пламенным атомизатором (Perkin Elmer, США)
8. Хромато-масс-спектрометрический комплекс «Кристалл 5000» (Хроматэк, Россия)
9. Рентгеновский флуоресцентный спектрометр VRA-20 («Карл Цейс», Германия)
10. Рентгеновский флуоресцентный спектрометр VRA-30 («Карл Цейс», Германия)
11. Волнодисперсионный флуоресцентный спектрометр S4 Pioneer (Bruker AXS, Германия).
12. Настольный энергодисперсионный рентгеновский спектрометр X-Supreme 800 (Hitachi, Япония)
13. Электронно-зондовый микроанализатор JXA 8200 (JEOL, Япония).
14. Ртутный анализатор РА-915М с приставками РП-92 и ПИРО-915+
15. Система капиллярного электрофореза КАПЕЛЬ-105М
16. Пламенный спектрофотометр ДФС-12
17. Дробильно-стирательное оборудование Pulverisette (Fritsch, Германия)

6.2. Программное обеспечение:

Компьютерное оборудование имеет программное обеспечение MS Office. Используемое аналитическое оборудование оснащено компьютерами с индивидуальным программным обеспечением отечественного и зарубежного производства.

6.3. Технические и электронные средства обучения:

Мультимедийный компьютер (графическая операционная система, аудио- и видео, возможность выхода в Интернет; пакет прикладных программ). Мультимедийные проектор и проекционный экран.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе реализации данной дисциплины используются следующие формы обучения: лекционно-семинарские занятия, лабораторные работы, собеседования, технология профессионально-ориентированного обучения.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Этапы формирования компетенций (индикаторов достижения компетенций) и их показателей (дескрипторов)

Наименование раздела / темы (в соответствии с таблицей п.4.1)	Компетенция ПК-1							
	ИД-1ПК-1			ИД-2ПК-1				
	3-1	У-1	В-1	3-1	3-2	У-1	У-2	В-1
Общие вопросы, основные понятия, возможности и особенности методов химического анализа различных объектов эколого-геохимических исследований.	+	+	+	+	+	+	+	+
Воздух. Отбор и подготовка проб, химический анализ атмосферного воздуха и аэрозолей.	+	+	+	+	+	+	+	+

Атмосферные осадки. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+	+	+
Вода. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+	+	+
Почва, донные отложения. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+	+	+
Горные породы, руды и продукты их переработки. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+	+	+
Отходы производства и техногенные пробы. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+	+	+
Выбор аналитических методов для изучения объектов эколого-геохимических исследований.	+	+	+	+	+	+	+	+

Компетенция ПК-2

Наименование раздела / темы (в соответствии с таблицей п.4.1)	ИД-1ПК-2			ИД-2ПК-2		
	З-1	У-1	В-1	З-1	У-1	В-1
Общие вопросы, основные понятия, возможности и особенности методов химического анализа различных объектов эколого-геохимических исследований.	+	+	+	+	+	+
Воздух. Отбор и подготовка проб, химический анализ атмосферного воздуха и аэрозолей.	+	+	+	+	+	+
Атмосферные осадки. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+
Вода. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+
Почва, донные отложения. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+
Горные породы, руды и продукты их переработки. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+
Отходы производства и техногенные пробы. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+
Выбор аналитических методов для изучения объектов эколого-геохимических исследований.	+	+	+	+	+	+

Компетенция ПК-3

Наименование раздела / темы (в соответствии с таблицей п.4.1)	ИД-1ПК-3			ИД-2ПК-3				
	З-1	У-1	В-1	З-1	У-1	У-2	У-3	В-1
Общие вопросы, основные понятия, возможности и особенности методов химического анализа различных объектов эколого-геохимических исследований.	+	+	+	+	+	+	+	+
Воздух. Отбор и подготовка проб, химический анализ атмосферного воздуха и аэрозолей.	+	+	+	+	+	+	+	+
Атмосферные осадки. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+	+	+
Вода. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+	+	+
Почва, донные отложения. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+	+	+
Горные породы, руды и продукты их переработки. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+	+	+
Отходы производства и техногенные	+	+	+	+	+	+	+	+

пробы. Отбор, подготовка и анализ проб.								
Выбор аналитических методов для изучения объектов эколого-геохимических исследований.	+	+	+	+	+	+	+	+

Компетенция ПК-4

Наименование раздела / темы (в соответствии с таблицей п.4.1)	ИД-1ПК-4			ИД-2ПК-4		
	З-1	У-1	В-1	З-1	У-1	В-1
Общие вопросы, основные понятия, возможности и особенности методов химического анализа различных объектов эколого-геохимических исследований.	+	+	+	+	+	+
Воздух. Отбор и подготовка проб, химический анализ атмосферного воздуха и аэрозолей.	+	+	+	+	+	+
Атмосферные осадки. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+
Вода. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+
Почва, донные отложения. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+
Горные породы, руды и продукты их переработки. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+
Отходы производства и техногенные пробы. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+
Выбор аналитических методов для изучения объектов эколого-геохимических исследований.	+	+	+	+	+	+

Компетенция ПК-5

Наименование раздела / темы (в соответствии с таблицей п.4.1)	ИД-1ПК-5			ИД-2ПК-5		
	З-1	У-1	В-1	З-1	У-1	В-1
Общие вопросы, основные понятия, возможности и особенности методов химического анализа различных объектов эколого-геохимических исследований.	+	+	+	+	+	+
Воздух. Отбор и подготовка проб, химический анализ атмосферного воздуха и аэрозолей.	+	+	+	+	+	+
Атмосферные осадки. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+
Вода. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+
Почва, донные отложения. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+
Горные породы, руды и продукты их переработки. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+
Отходы производства и техногенные пробы. Отбор, подготовка и анализ проб.	+	+	+	+	+	+
Выбор аналитических методов для изучения объектов эколого-геохимических исследований.	+	+	+	+	+	+

Соотнесение оценочных материалов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации с результатами обучения

Индекс компетенции	Индекс индикатора достижения компетенции	Индекс дескриптора индикатора достижения компетенции (в соответствии с разделом 3 настоящей РПД)	Номера заданий / вопросов, из оценочных материалов контроля текущей успеваемости, позволяющих оценить степень сформированности дескриптора компетенции	Номера вопросов из оценочных материалов промежуточной аттестации, позволяющих оценить степень сформированности дескриптора компетенции
ПК-1	ИД-1ПК-1	З-1	1-35	1-7
		У-1	1-35	1-7
		В-1	1-35	1-7
	ИД-2ПК-1	З-1	1-35	1-7
		З-2	1-35	1-7
		У-1	1-35	1-7
		У-2	1-35	1-7
ПК-2	ИД-1ПК-2	З-1	1-35	1-7
		У-1	1-35	1-7
		В-1	1-35	1-7
	ИД-2ПК-2	З-1	1-35	1-7
		У-1	1-35	1-7
		В-1	1-35	1-7
ПК-3	ИД-1ПК-3	З-1	1-35	1-7
		У-1	1-35	1-7
		В-1	1-35	1-7
	ИД-2ПК-3	З-1	1-35	1-7
		У-1	1-35	1-7
		У-2	1-35	1-7
		У-3	1-35	1-7
ПК-4	ИД-1ПК-4	З-1	1-35	1-7
		У-1	1-35	1-7
		В-1	1-35	1-7
	ИД-2ПК-4	З-1	1-35	1-7
		У-1	1-35	1-7
		В-1	1-35	1-7
ПК-5	ИД-1ПК-5	З-1	1-35	1-7
		У-1	1-35	1-7
		В-1	1-35	1-7
	ИД-2ПК-5	З-1	1-35	1-7
		У-1	1-35	1-7
		В-1	1-35	1-7

8.1. Оценочные материалы для текущего контроля

Материалы для проведения текущего контроля знаний студентов:

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Индикаторы достижения компетенций (компоненты), которые контролируются
-------	--------------	-------------------------------	--

1	Устный опрос/ собеседование	1-35	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-4} ИД-2 _{ПК-4}
2	Отчет	18-19, 22-24, 30, 33-34	

Примерный перечень вопросов для устных опросов по пройденному материалу:

1. Нормативные документы, рекомендации и руководства в области анализа объектов окружающей среды.
2. Общие требования к анализу проб различного состава.
3. Принцип метода, методика анализа.
4. Метрологические характеристики методик.
5. Схема аналитического процесса, стадии анализа.
6. Правила отбора проб.
7. Методики и оборудование для отбора проб.
8. Документирование процедуры отбора проб.
9. Схема пробоподготовка горных пород к химическому анализу.
10. Отбор воды. Используемое оборудование, посуда, реагенты, способы концентрирования.
11. Способы химической пробоподготовки. Требования к реактивам для анализа.
12. Методы разделения и концентрирования.
13. Классификация методов анализа вещества по способу получения аналитического сигнала.
14. Аналитический сигнал в химическом анализе, способы обработки. Разрешение аналитических сигналов.
15. Нахождение содержания вещества по градуировочной зависимости.
16. Оценивание метрологических характеристик методик анализа (предела обнаружения, характеристика погрешности результата, неопределённость измерения).
17. Стандартные образцы, применение для градуировки методик и контроля точности результатов анализа.
18. Рентгенофлуоресцентный анализ. Области применения, метрологические характеристики метода.
19. Электронно-зондовый микроанализ. Области применения и метрологические характеристики метода.
20. Профессиональные задачи, которые могут быть решены с помощью метода рентгенофлуоресцентного анализа?
21. При решении каких задач требуется определение химического состава в тонком слое образца, а когда анализ в малой локальной области образца?
22. Атомно-эмиссионная спектрометрия. Аналитическое оборудование. Области применения и метрологические характеристики метода.
23. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Аналитическое оборудование. Области применения и метрологические характеристики метода.
24. Спектрофотометрия. Область применения и метрологические характеристики метода.
25. Инфракрасная спектрометрия. Качественный и количественный анализ.
26. Люминесцентный анализ. Принцип метода и области его применения.
27. Теоретические основы масс-спектральных методов анализа веществ.
28. Источники ионов, детекторы, типы масс-спектрометров и области их применения.
29. Способы подготовки проб к масс-спектрометрическому анализу.

30. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Элементный анализ.
31. Основы процесса хроматографического разделения.
32. Виды хроматографии. Используемые материалы и оборудование. Области применения.
33. Капиллярный электрофорез. Оборудование и области применения метода.
34. Электрохимические методы анализа. Оборудование и области применения.
35. Критерии выбора физико-химических методов для решения поставленной задачи исследования.

Критерием оценки устного опроса являются: полнота ответа, четкость формулировок, способность выделять основные положения или обобщать информацию по пройденному материалу, делать выводы и приводить примеры. По представленному студентом ответу преподаватель делает заключение об удовлетворительности (неудовлетворительности) полученных знаний.

Отчет по практической (лабораторной) работе составляется в письменной форме, содержит основные пункты выполненной практической работы, необходимые расчеты, результаты в установленном виде и выводы.

Критерии оценки отчета:

- отчет **принимается**, если он выполнен в полном объеме в соответствии с заданием, в нем приводятся краткое описание, все необходимые расчёты, результаты и выводы;
- отчёт **не принимается**, если он выполнен не в полном объеме, не в соответствии с заданием или имеются существенные недочеты.

8.2 Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Спецификация тестовых заданий для промежуточной аттестации в 3 семестре

Для проведения зачета по дисциплине «Аналитические методы в эколого-геохимических исследованиях» используется комплект тестовых заданий, которые содержат 4 задания базового уровня сложности, 2 задания повышенного уровня сложности, 1 задание высокого уровня сложности и направлены на оценку сформированности следующих компетенций (индикаторов достижения компетенций) ПК-1 (ИД-1_{ПК-1}, ИД-2_{ПК-1}), ПК-2 (ИД-1_{ПК-2}, ИД-2_{ПК-2}), ПК-3 (ИД-1_{ПК-3}, ИД-2_{ПК-3}), ПК-4 (ИД-1_{ПК-4}, ИД-2_{ПК-4}), ПК-5 (ИД-1_{ПК-5}, ИД-2_{ПК-5}).

Время на выполнение тестовых заданий для зачета 30 минут.

Максимальная сумма баллов за правильное выполнение всех тестовых заданий 16 (вариант 1) / 14 (вариант 2).

№ тестового задания	Тип тестового задания	Сценарий выполнения тестового задания*	Уровень сложности	Контролируемый ИДК	Балл*
1	Закрытого типа на выбор одного правильного ответа	Выбрать один правильный ответ из приведенных вариантов. Ответ записать в виде буквы в поле ответа.	Базовый	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-4} ИД-2 _{ПК-4} ИД-1 _{ПК-5} ИД-2 _{ПК-5}	1

2	Закрытого типа на выбор одного правильного ответа	Выбрать один правильный ответ из приведенных вариантов. Ответ записать в виде буквы в поле ответа.	Базовый	ИД-1ПК-1 ИД-2ПК-1 ИД-1ПК-2 ИД-2ПК-2 ИД-1ПК-3 ИД-2ПК-3 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-1ПК-5 ИД-2ПК-5	1
3	Закрытого типа на установление последовательности	Установить правильную последовательность. Ответ записать в виде последовательности букв, соответствующих предложенным вариантам	Повышенный		2/1*
4	Закрытого типа на установление соответствия	Установить соответствие. Ответ записать в виде комбинации цифр и букв	Повышенный		2/1*
5 (вариант 1)	Открытого типа с кратким ответом (перечислением)	Перечислите варианты... Ответ запишите в поле ответа	Базовый		3/1*
5 (вариант 2)	Закрытого типа на выбор одного правильного ответа	Выбрать один правильный ответ из приведенных вариантов. Ответ записать в виде буквы в поле ответа.	Базовый		1
6	Открытого типа с кратким ответом (перечислением)	Перечислите варианты... Ответ запишите в поле ответа	Базовый		3/1*
7	Открытого типа с развернутым ответом	Опишите требования и способы подготовки образцов... (вар. 1) / Перечислите основные типы...(вар. 2) Ответ записать в поле ответа	Высокий		4/2*

Примечание:

* балл за неполный или частично правильный вариант ответа на тестовое задание.

Критерии оценивания зачета:

Оценка	Суммарный балл за выполнение тестовых заданий
зачтено	вариант 1: 8-16; вариант 2: 8-14
незачтено	менее 8

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЧЕТА

Вариант 1

1. Какой метод анализа применяют для определения показателя pH? Выберите верный вариант ответа.

- А. Атомно-абсорбционная спектрометрия
- Б. Потенциометрия
- В. Кондуктометрия

Ответ: _____

2. Какое оборудование используется при отборе проб природной воды? Выберите верный вариант ответа.

- А. Батометр
 - Б. Щуп
 - В. Драга
 - Г. Сеть
- Ответ: _____

3. Последовательно расположите этапы аналитического исследования образца горной породы:

- А – измельчение,
 - Б – химическая деструкция,
 - В – пробоотбор,
 - Г – измерение аналитического сигнала,
 - Д – обработка результатов
- Ответ: _____

4. Установите соответствие между методом анализа и поставленной исследователю задачей. Ответ запишите в поле ответа в виде цифр, соотносимых с утверждением.

А. определить микрокомпоненты в пробе природной воды	1. ААС
Б. определить валовый состав горной породы	2. МС-ИСП
В. определить массовую долю ртути в пробе	3. РФА

Ответ:

А	Б	В

5. Какую пробу называют представительной? Выберите верный вариант ответа.

- А. Идентична по составу, свойствам и/или структуре исследуемому материалу
- Б. Имеет значительную массу (объем) вещества
- В. Отражает общий тип анализируемого материала

Ответ: _____

6. Перечислите три основные способы определения концентрации элемента в пробе?

Ответ:

7. Каким образом готовят образцы для исследования методом рентгеноспектрального электронно-зондового микроанализа, и каковы требования, предъявляемые к поверхности исследуемых объектов?

Ответ:

Вариант 2

1. Какой из перечисленных методов анализа применяется для определения валового состава проб? Выберите верный вариант ответа.

- А. РФА
- Б. Потенциометрия
- В. Кондуктометрия

Ответ: _____

2. Какое оборудование используется при отборе почвы? Выберите верный вариант ответа.

- А. Батометр
- Б. Бур
- В. Драга
- Г. Сеть

Ответ: _____

3. Последовательно расположите этапы аналитического исследования почвы методом ААС:

- А – просушивание и просеивание,
- Б – химическая деструкция,
- В – пробоотбор,
- Г – измерение аналитического сигнала,
- Д – обработка результатов

Ответ: _____

4. Установите соответствие между методом анализа и поставленной исследователю задачей. Ответ запишите в поле ответа в виде цифр, соотносимых с утверждением.

А. определить удельную электропроводность сточной воды	1. ААС
Б. определить макрокомпоненты в пробах воды	2. АЭС-ИСП
В. определить массовую долю свинца в воде	3. кондуктометрия

Ответ:

А	Б	В

5. Какой метод анализа нужно использовать для разделения компонентов пробы? Выберите верный вариант ответа.

- А. Спектрофотометрия
- Б. Хроматография
- В. Потенциометрия

Ответ: _____

6. Перечислите методы отбора проб воздуха?

Ответ:

--

7. Назовите основные требования для выполнения анализа растворов проб горных пород методом МС-ИСП.

Ответ:

--

КЛЮЧИ ПРАВИЛЬНЫХ ОТВЕТОВ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ

Номер тестового задания	Правильные ответы	
	Вариант 1	Вариант 2
1	Б	А
2	А	Б
3	ВАБГД	ВАБГД
4	А2, Б3, В1	А3, Б2, В1
5	А	Б
6	- Метод градуировочного графика - Метод ограничивающих стандартов - Метод добавок	- Аспирационный - Отбор в сосуды - Адсорбционный
7	Образцы готовят в виде полированных шлифов, полированных аншлифов или запрессовки исследуемых объектов в эпоксидную смолу. Образцы порошкового материала наклеивают на металлическую подложку с помощью углеродного скотча. Поверхность образцов при РСМА должна быть плоско полированной, электропроводящей, устойчивой в вакууме и не разрушающейся под действием электронного пучка в течение времени анализа.	1. Проведение анализа в условиях особой чистоты: атмосфера, мебель, посуда. 2. Использование реагентов особой чистоты (либо очищенные). 3. Содержание солей в растворе не более 0,1 %. 4. Кислотность растворов – 2-3 % по HNO ₃ . 5. Учет инструментального дрейфа прибора с помощью внутреннего стандарта.

Авторы-составители рабочей программы дисциплины:

Сокольникова Ю.В. / _____ /

Чубаров В.М. / _____ /

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения отдела магистратуры и аспирантуры ИГХ СО РАН.