

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ ИМ. А.П. ВИНОГРАДОВА  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

Утверждаю:  
Директор ИГХ СО РАН  
д.г.-м.н. А.Б. Перепелов

\_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**АНАЛИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБ  
И ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

---

Направление 05.06.01 «Науки о Земле»,  
направленность 25.00.36 «Геоэкология (по отраслям)»

Код по учебному плану Б1.В.ДВ.2

Очная форма обучения

Иркутск, 2018

## Содержание

1. Общие положения .....	3
1.1. Цели и задачи дисциплины.....	3
1.2. Место дисциплины в структуре ООП .....	3
1.3. Перечень компетенций, установленных ФГОС .....	4
2. Объем дисциплины и виды учебной работы .....	6
3. Содержание дисциплины.....	6
3.1. Содержание разделов дисциплины.....	6
3.2. Перечень лекций.....	7
3.3. Перечень семинарских занятий.....	9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	11
5. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	14
6. Образовательные технологии.....	16
7. Фонд оценочных средств .....	16
7.1. Оценивание обучающегося по дисциплине .....	17
7.2. Список вопросов к зачету .....	17

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цели и задачи дисциплины**

Целью преподавания дисциплины «Анализ геологических проб и объектов окружающей среды» является формирование кругозора в области анализа геологических образцов и объектов окружающей среды, навыков выбора и применения наиболее подходящего метода или комплекса методов для решения научно-практических задач междисциплинарных исследований.

Задачи дисциплины:

– выработка понимания возможностей методов аналитической химии применительно к конкретным объектам анализа – геологическим пробам и объектам окружающей среды;

– овладение навыками самостоятельного и коллективного выполнения анализа вещества при определении макро- и микроэлементного состава геологических проб и объектов окружающей среды разнообразного состава и генезиса в различных агрегатных состояниях;

– ознакомление аспирантов с российскими и международными методическими и метрологическими стандартами в области анализа геологических проб и объектов окружающей среды;

– формирование у аспирантов навыков постановки цели и задач изучения состава и свойств вещества геологических проб и объектов окружающей среды, методологии их реализации, способов оценки достоверности полученных результатов;

– формирование у аспирантов навыков преподавания дисциплины «Анализ геологических проб и объектов окружающей среды».

### **1.2. Место дисциплины в структуре ООП**

В соответствии учебным планом аспирантов, обучающихся в рамках направления «Геоэкология (по отраслям)», и Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 05.06.01 «Науки о Земле» (уровень подготовки кадров высшей квалификации) (Приказ № 870 от 30.07.2014) дисциплина «Анализ геологических проб и объектов окружающей среды» относится к вариативной части профессионального цикла.

Дисциплина базируется на знаниях и навыках, приобретенных студентами в рамках изучения дисциплин специалитета и магистратуры высших учебных заведений.

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке и написании выпускной квалификационной работы, а также при подготовке к сдаче государственного экзамена по направленности 25.00.36 «Геоэкология (по отраслям)».

Дисциплина читается для аспирантов второго года обучения.

### 1.3. Перечень компетенций, установленных ФГОС

Аспиранты по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о Земле», направленность 25.00.05 «Геоэкология (по отраслям)» в результате изучения дисциплины «Анализ геологических проб и объектов окружающей среды», в соответствии с задачами профессиональной деятельности и целями основной образовательной программы, должны овладеть следующими компетенциями:

Универсальные компетенции:	
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК-2	Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
УК-3	Готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
УК-4	Готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке
УК-5	Способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
Общепрофессиональные компетенции:	
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ОПК-2	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования

Профессиональные компетенции:	
ПК-1	Способность использования фундаментальных основ геохимии и смежных с ней наук о Земле при решении геоэкологических задач
ПК-4	Способность проводить теоретические и экспериментальные геоэкологические исследования, включающие анализ изменения геосфер в целом
ПК-6	Способность преподавать дисциплины геологической направленности в учреждениях высшего профессионального образования на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения

В результате прохождения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные методы и схемы химического анализа, применяемые к исследованию конкретных геологических образцов и объектов окружающей среды;
- особенности пробоотбора и пробоподготовки к аналитическим исследованиям конкретных объектов;
- российские и международные нормативные документы (методики, стандартные схемы анализа и оценки достоверности результатов, стандартные образцы состава природных и техногенных сред, чистых веществ);
- основное аналитическое оборудование для проведения выполнения методов анализа геологических проб и объектов окружающей среды.

Уметь:

- проводить для проб в различном агрегатном состоянии выбор метода и схемы анализа, отбор и подготовку (разложение, разделение, концентрирование и другие операции) для получения необходимой формы аналита, измерение аналитического сигнала, обработку результатов измерений;
- проводить определение основных компонентов и примесей в пробах.

Владеть:

- способами подготовки к анализу воды, реактивов, химической посуды, вспомогательного и измерительного оборудования;
- приёмами подготовки и выполнения химического анализа проб.

## 2. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость, часов		
	Всего	Семестр	
		№3	№4
Общая трудоемкость дисциплины	108	-	108
Аудиторные занятия, в том числе:	20	-	
лекции	10	-	10
практические/семинарские занятия	10	-	10
Самостоятельная работа	88	-	88
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля)	Зачет	-	Зачет

## 3. Содержание дисциплины

### 3.1. Содержание разделов дисциплины

1. Химический анализ как процесс получения исходной (первичной) информации для междисциплинарных исследований. Аналитический цикл и стадии анализа: отбор аналитической пробы, подготовка пробы (разложение, разделение, концентрирование и другие операции), получение аналитической формы, измерение аналитического сигнала, обработка результатов измерений.

2. Обеспечение качества результатов анализа.

3. Геологические объекты и их классификация. Химический анализ рудного и нерудного минерального сырья.

4. Объекты окружающей среды и их классификация. Основные источники загрязнений и основные загрязнители, их пространственное распределение в природных средах, отдельных частях или органах растительных и животных организмов.

5. Химические, физико-химические и физические методы элементного, вещественного (молекулярного) и изотопного анализа вещества для определения основных компонентов и примесей. Локальный анализ и анализ поверхности.

6. Отбор и подготовка жидких, твердых и газообразных проб гомогенного и гетерогенного состава. Основные операции перевода пробы в форму, удобную для анализа.

7. Автоматизация лабораторного анализа и производственного контроля, периодического, дискретного анализа и непрерывного анализа в потоке.

8. Аналитические возможности и ограничения методов и методик анализа. Выбор аналитических методов и их комплексирование при проведении междисциплинарных исследований.

### **3.2. Перечень лекций**

*Лекция 1. Химический анализ как процесс получения первичной информации для междисциплинарных исследований.*

- 1.1. Аналитический цикл и стадии анализа.
- 1.2. Автоматизация и компьютеризация аналитических методов.
- 1.3. Аналитические возможности прямых и гибридных методов и методик анализа.
- 1.4. Статистические характеристики результатов: от точности до стоимости.
- 1.5. Обеспечение качества результатов анализа.
- 1.6. Стандартные образцы.

*Лекция 2. Химический анализ геологических проб и объектов окружающей среды.*

2.1. Геологические объекты и их классификация. Рудное и нерудное сырье, минералы и горные породы. Полный анализ силикатов, карбонатов, железных и комплексных полиметаллических руд, продуктов их переработки.

2.2. Объекты окружающей среды и их классификация. Воздух, вода, почвы, донные отложения, биота. Основные источники загрязнений и основные загрязнители, их пространственное распределение в природных средах, отдельных частях или органах растительных и животных организмов.

2.2. Методы анализа воды, воздуха, почв, донных отложений, биоты растительного и животного происхождения.

2.3. Отбор, подготовка и хранение жидких, твердых и газообразных проб гомогенного и гетерогенного состава. Представительность пробы.

2.4. Требования к качеству результатов лабораторных методов анализа вещества геологических проб и объектов окружающей среды.

*Лекция 3. Химические, физико-химические и физические методы анализа вещества геологических проб и объектов окружающей среды. Часть 1.*

3.1. Методы определения элементного состава основных компонентов и примесей исследуемых проб (гравиметрия, титриметрия, электрохимические методы, атомно-

эмиссионная, атомно-абсорбционная, рентгенофлуоресцентная и масс-спектрометрия, нейтронно-активационный анализ).

3.2. Основные операции перевода пробы в форму, удобную для анализа.

3.3. Особенности градуировки методов анализа. Вычисление и обработка результатов измерений. Многомерные данные в химическом анализе.

3.4. Способы оценивания аналитических возможностей методов. Аттестация аналитических методик.

*Лекция 4. Химические, физико-химические и физические методы анализа вещества геологических проб и объектов окружающей среды. Часть 2.*

4.1. Методы определения вещественного (молекулярного) состава (спектрометрия в видимой и ультрафиолетовой областях; люминесценция; инфракрасная, рамановская, ЯМР спектрометрия). Анализ кристаллической структуры (рентгеновская дифракция на кристаллах и порошках).

4.2. Методы определения изотопного состава веществ. Изотопная дистилляция. Метод изотопного разбавления.

4.3. Локальный анализ и анализ поверхности (фотонно-, электронно- и ионно-зондовые методы; сканирующая зондовая микроскопия).

4.4. Хроматографические методы (газовая, жидкостная, высокоэффективная жидкостная, ионообменная, тонкослойная и др.).

4.5. Экспрессные тест-методы определения загрязнителей (в том числе, *in situ*) и измерение долговременных экспозиций. Определение суммарных показателей. Санитарно-гигиенический контроль. Клинический анализ.

*Лекция 5. Сравнение аналитических методов и выбор оптимального метода или комплекса аналитических методов для решения поставленных исследовательских задач.*

5.1. Российские и международные методические и метрологические стандарты, рекомендации, руководства в области анализа геологических проб и объектов окружающей среды.

5.2. Критерии сравнения аналитических возможностей различных методов и выбора наиболее соответствующего цели исследования.

5.3. Примеры комплексирования аналитических методов в геологических исследованиях.

5.4. Примеры комплексирования аналитических методов при проведении

экологического мониторинга.

### 3.3. Перечень семинарских занятий

№ п/п	Наименование работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	Определение меди, цинка, железа, магния и кальция в питьевой воде (оптический ИСП-спектрометр). Оценка точности результата. Классификация проб по типам вод.	4	отчет	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-4, ПК-6
2	Атомно-эмиссионное определение валовых содержаний элементов в пробах загрязненных почв (способ введения порошковой пробы в дуговой разряд испарение из канала или вдувание-просыпка).	4	отчет	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-4, ПК-6
3	Оценка однородности материала пробы (горная порода, почва, донный осадок, зола энергетических углей) для 2-4 элементов. Применение на практике ГОСТ 8.531-2002 "Стандартные образцы состава монолитных и дисперсных материалов. Способы оценивания однородности".	2	отчет	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-4, ПК-6
4	Определение массовой доли серы, бария и стронция рентгенофлуоресцентным методом в речных и донных осадках	4	отчет	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-4, ПК-6
5	Определение массовых долей мышьяка и сурьмы в почвах и рудных материалах рентгенофлуоресцентным методом	4	отчет	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-4, ПК-6
6	Определение натрия, кальция и калия в питьевой воде методом пламенной атомно-эмиссионной спектроскопии на приборе "Колибри". Оценка точности результата. Классификация проб по типам вод.	4	отчет	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-4, ПК-6

7	Определение щелочных элементов в горных породах, осадках, почвах методом пламенной атомно-эмиссионной спектроскопии на приборе "Колибри"	4	отчет	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-4, ПК-6
8	Основные характеристики аналитических методов. Выбор метода или комплекса аналитических методов для геохимических поисков благороднометаллических руд.	2	зачет	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-4, ПК-6
9	Работа с оператором на электронно-зондовом микроанализаторе. Качественный, полуколичественный, количественный анализ. Получение и расшифровка изображений в различных режимах (BSE, SEI). Дисперсия по энергии и длине волны. Картирование в рентгеновских характеристических лучах определяемых элементов.	4	отчет	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-4, ПК-6
10	Работа с оператором на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой. Полуколичественный анализ.	4	отчет	
11	Знакомство с масс-спектрометром ЛА-ИСП-МС для определения элементного состава минералов.	4	отчет	
12	Спектрофотометрическое определение кремния (фосфора, титана) в растворах геологических проб	4	отчет	
13	Выбор и комплексирование методов и методик анализа при исследовании горных пород, минералов, почв, образцов растительного и животного происхождения	2	отчет	
14	Сравнение двух средних значений, полученных разными	2	отчет	

	аналитическими методами. Сравнение результатов для группы (выборки) проб, полученных двумя аналитическими методами.			
15	Полный и сокращенный гидрохимический анализ. Влияние пробоотбора. Обязательные нормативные документы РФ и международные.	4	отчет	

#### 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### а) Основная литература

1. Отто М. Современные методы аналитической химии. В 2-х т. 3-е изд. – М.: Техносфера, 2008.
2. Бёккер Ю. Спектроскопия. – Техносфера, 2009.
3. Аналитическая химия. Проблемы и подходы / Пер. с англ. Под ред. Р.Кельнера, Ж.-М.Мерме, М.Отто, Г.М.Видмера. Т. 1, Т.2. – М.: Мир-АСТ, 2004.
4. Внутренний контроль качества. Руководство для аналитических лабораторий / ред. Пер. И.В. Болдырев. – СПб.: ЦОП Профессия, 2015. – 80 с.
5. Морис П. Поверхность и межфазные границы в окружающей среде от наноуровня к глобальному масштабу. – М.: Бинум. Лаборатория знаний. 2013.
6. 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.
7. Синдо Д., Оикава Т. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия. – Техносфера. 2006.
8. Пупышев А.А. Атомно-абсорбционный анализ. – М.: Техносфера, 2009.
9. Ганеев А.А., Шолупов С.Е., Пупышев А.А., Большаков А.А., Погарев С.Е. Атомно-абсорбционный анализ. – СПб.: Изд-во Лань, 2011.
10. Блюмих Б. Основы ЯМР. – М.: Техносфера, 2011.
11. Конюхов В. Ю. Хроматография. СПб.: Изд-во Лань, 2012.
12. Нестеренко П., Джонс Ф, Полл Б. Высокоэффективная комплексобразовательная хроматография ионов металлов. – М.: Техносфера, 2013.

13. Причард Э., Барвик В. Контроль качества в аналитической химии. – М.: Профессия, 2011.

14. Ширкин Л.А. Рентгенофлуоресцентный анализ объектов окружающей среды. Учебное пособие. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009.

15. Смагунова А.Н., Карпукова О.М., Белых Л.И. Алгоритмы определения метрологических характеристик методик количественного химического анализа: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во Иркутского госуниверситета, 2006.

16. Золотов Ю.А. Введение в аналитическую химию. – Изд-во: Лаборатория знаний (ранее – БИНОМ. Лаборатория знаний), 2016. – 266 с. – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/84079?category\\_pk=3866#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/84079?category_pk=3866#book_name)

17. Халфина П.Д. Анализ минерального сырья. Изд-во: Кемеровский государственный университет, 2014. – 72 с. – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/58353?category\\_pk=3866#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/58353?category_pk=3866#book_name)

18. Ганеев А.А., Шолупов С.Е., Пупышев А.А., Большаков А.А., Погарев С.Е. Атомно-абсорбционный анализ. СПб.: Изд-во "Лань", 2011. – 314 с. – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/5108?category\\_pk=3866#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/5108?category_pk=3866#book_name)

19. Конюхов В. Ю. Хроматография. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 224 с. – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/4044?category\\_pk=3866#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/4044?category_pk=3866#book_name)

20. Топалова О.В., Пимнева Л.А. Химия окружающей среды. Лань, 2013. 160 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90852>.

*б) Дополнительная литература*

1. Шачнева Е.Ю. Хемометрика. Базовые понятия. – Изд-во: "Лань", 2016. – 160 с. – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/90051?category\\_pk=3866#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/90051?category_pk=3866#book_name)

2. Смагунова А.Н., Пашкова Г.В., Белых Л.И. Математическое планирование эксперимента в методических исследованиях аналитической химии: – Изд-во: "Лань", 2016. – 160 с. – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/98248?category\\_pk=3866#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/98248?category_pk=3866#book_name)

3. Сычев С. Н., Гаврилина В. А. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем. – Изд-во: "Лань", 2013. – 256 с. – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/5108?category\\_pk=3866#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/5108?category_pk=3866#book_name)

4. Причард Э., Барвик В. Контроль качества в аналитической химии. – М.: Профессия, 2011.

5. Gy P. Sampling for analytical purposes. – John Wiley, 1998.

6. Мак-Махон Дж. Аналитические приборы. Руководство по лабораторным, портативным и миниатюрным приборам. – Профессия, 2010.

7. История и методология аналитической химии: учебное пособие / Ю.А. Золотов, В.И. Вершинин. – М.: Издательский центр "Академия", 2007.

8. Карпов Ю.А. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю.А. Карпов, А.П. Савостин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 243 с.

9. Золотов Ю.А. О химическом анализе и о том, что вокруг него / ред. Ю.С. Осипов. – М.: Наука, 2004. – 477 с.

10. Аналитическая химия: в 2-х т. / Г. Кристиан. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2012-2015. – (Лучший зарубежный учебник).

*в) программное обеспечение*

WindowsProfessionalXPSP3, MSOffice 2003-2007

*з) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы*

1. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru>

2. Российский Фонд Фундаментальных исследований: <http://www.rffi.ru/>

3. Доступ к журналам издательства Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>

4. Доступ к журналам издательства Королевского химического общества: <http://pubs.rsc.org/>

5. Доступ к журналам издательства Elsevier по адресу: <http://www.sciencedirect.com>

6. Доступ к журналам издательства Springer по адресу: <http://www.springer.com/>

7. Доступ к сайту "Аналитическая химия в России" по адресу: <http://rusanalytchem.org>

8. Доступ к материалам по методам анализа вещества на сервере ИГХ СО РАН [\\saturn\Лекции по Методам Анализа Вещества:](http://saturn.igx.soc.ras.ru/)

9. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: [http://window.edu.ru/library?p\\_rubr=2.2.74.9.13](http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.74.9.13)

10. Экологический портал России и стран СНГ: <http://www.ecologysite.ru>

11. Электронная библиотека - раздел информационного ресурса Научной библиотеки Иркутского государственного университета: <http://library.isu.ru/ru/resources/electrical.html>

12. Общепрофессиональные порталы и сайты: <http://www.alleng.ru/>

13. Экологический портал, социальная экологическая сеть: <http://naveki.ru/>

14. Единое окно доступа к образовательным ресурсам сайта Министерства

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

При проведения лекционных и самостоятельных занятий по основным разделам дисциплины используются компьютеры, ноутбук, мультимедийный проектор, иллюстративный материал в форме компьютерных презентаций. При выполнении лабораторных работ студенты используют современное компьютеризированное аналитическое оборудование, стандартные образцы природных и техногенных сред и коллекции горных пород и минералов, находящихся в собственности ИГХ СО РАН.

Перечень оборудования и материалов (на базе Аналитического отдела ИГХ СО РАН):

Аналитические весы лабораторные электронные ЛВ 210-А; ВР 61S; Kern ABS 120-4; ВР 211D; СР-225D.

Дозаторы пипеточные одноканальные переменного объема ДПОП-1-5-50; ДПОП-1-100-1000; ДПОП-1-500-5000.

Оборудование для получения воды различной степени чистоты: аппарат для получения деионизированной воды MILLIPORE, системы для очистки воды Elix-3, Milli Q. Дистилляторы ДЭ-4, ДЭ-10. Аппараты для перегонки кислот и органических растворителей.

Оборудование для минерализации твёрдых проб (спекание, сплавление, кислотное разложение в открытых и закрытых системах, под действием ультразвукового поля):

Сушильные шкафы СНОЛ 3,5.3,5.3,5/3,5 И1М ТУ 34-021-11317779-98.

Муфельные печи СНОЛ 6.7/1300.

Электронагревательные печи с закрытой спиралью ЭПШ 1-08/220, ГОСТ 14919-83.

Комплекс пробоподготовки Темос-экспресс ТЭ-1.

Фотоминерализатор МУФ ТУ.

Автоклавный комплекс АНКОН-АТ-2.

Установка для кислотного разложения проб с наложением ультразвукового поля УЗНД-А.

Пресс ПСУ-50. Пресс

Химическая посуда. Ступки и пестики агатовые, яшмовые, из фторопласта. Эксикаторы.

Мерная посуда: колбы на 1-25(50, 100, 250, 500, 1000)-2; пипетки градуированные 2-2-5 (10, 25); цилиндры 1-10 (25, 50, 100).

Колбы, стаканы, мензурки, бюксы, тигли, чашки и др. из стекла ТХС, платины, фторопласта, полиропилена, фарфора, стеклоуглерода.

Широкий набор химических реактивов (минеральные и органические кислоты, основания, соли, индикаторы и т.д.).

Спектрометры со встроенным программным обеспечением:

Спектрофотометр атомно-абсорбционный AAnalyst-800 с электротермическим атомизатором поперечного нагрева THGA и пламенным атомизатором (Perkin Elmer, США)

Спектрометр атомно-абсорбционный AAnalyst-200 (Perkin Elmer, США)

Спектрометр атомно-абсорбционный модель-503 (Perkin Elmer, США)

Пламенный спектрометр "Колибри" (ООО ВМК-Оптоэлектроника, РФ)

Спектрофотометры СФ-46, СФ-26 (ЛОМО, РФ)

Анализатор ртути РА-915+ с приставками РП-91 и РП-91С (Льюмэкс, РФ)

Оптический эмиссионный спектрометр с индуктивно связанной плазмой iCAP 6300 Duo (Termo Fisher Scientific, США)

Комплекс оптических спектрометров L950 и LS55 (Perkin Elmer, США)

Спектральный комплекс для атомно-эмиссионного анализа с анализатором МАЭС по способу вдувания-просыпки: ДФС-458С+МАЭС+ПОТОК (КОМЗ, ООО ВМК-Оптоэлектроника, РФ)

Спектральный комплекс для атомно-эмиссионного анализа с анализатором МАЭС по способу испарения из канала электрода: ДФС-458С+МАЭС+ВЕЗУВИЙ (КОМЗ, ООО ВМК-Оптоэлектроника, РФ)

Спектральный комплекс для атомно-эмиссионного анализа с анализатором МАЭС по способу испарения из канала электрода: PGS-2+ДФС-8+ДФС-13+МАЭС+ШМ (Карл Цейс Йена (Германия); ЛОМО, ООО ВМК-Оптоэлектроника, РФ)

Спектральный комплекс для сцинтилляционного атомно-эмиссионного анализа с анализатором МАЭС по способу вдувания-просыпки СТЭ-1+МАЭС+ПОТОК (ЛОМО, ООО ВМК-Оптоэлектроника, РФ)

Сканирующий рентгенофлуоресцентный спектрометр S4 Pioneer (Bruker AXS, Германия)

Рентгеноспектральный электронно-зондовый микроанализатор JXA8200 (JEOL, Япония)

Спектрометр рентгеновский флуоресцентный многоканальный СРМ-25 (ПО Орелнауч-прибор, РФ)

Автодифрактометр D8ADVANCE (BRUKER AXS, Германия)

Масс-спектрометр высокого разрешения с двойной фокусировкой ICP/HRMS ELEMENT 2 (Finnigan, Thermo Electron (Bremen) GmbH, Германия)

Многоколлекторный масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой MC ICP NEPTUNE plus (Finnigan, (Bremen) GmbH, Германия)

Квадрупольный масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой ICP-MS NexION 300D в сочетании с системой лазерной абляции New Wave UP 213 (Perkin Elmer, США)

Газовый хроматограф HP 5890A Series II с электрозахватным детектором

Компьютеры для обработки результатов измерений.

## **6. Образовательные технологии**

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности аспирантов для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций: на лекционных занятиях – дискуссии, IT-методы, индивидуальное обучение и обучение на основе опыта; на лабораторных занятиях – дискуссия, работа в команде, индивидуальное обучение.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных и интерактивных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Интернет-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных занятий с использованием демонстрационного и наглядного (графического) материалов, специальной литературы, выполнение индивидуальных заданий по диагностике природных минеральных ассоциаций.

## **7. Фонд оценочных средств**

Промежуточная аттестация проводится:

- по окончании 4-го семестра в форме зачёта, выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

## 7.1. Оценивание обучающегося по дисциплине

Оценка	Требования к знаниям
«зачтено»	Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«зачтено»	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
«зачтено»	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
«не зачтено»	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

## 7.2. Список вопросов к зачету

1. Применение химического анализа в междисциплинарных исследованиях.
2. Аналитический цикл и стадии анализа.
3. Аналитические возможности прямых и гибридных методов и методик анализа.
4. Статистические характеристики результатов: от точности до стоимости.
5. Стандартные образцы: цели и способы применения в химическом анализе.
6. Геологические объекты и их классификация.
7. Объекты окружающей среды и их классификация.
8. Методы определения валового содержания порообразующих элементов в геологических образцах и объектах окружающей среды
9. Основные источники загрязнений и основные загрязнители, их пространственное распределение в природных средах, отдельных частях или органах растительных и животных организмов.
10. Отбор, подготовка и хранение жидких, твердых и газообразных проб гомогенного и гетерогенного состава.
11. Представительность пробы.

12. Требования к качеству результатов лабораторных методов анализа вещества геологических проб и объектов окружающей среды.

13. Методы определения элементного состава основных компонентов и примесей исследуемых проб.

14. Особенности градуировки методов элементного анализа. Вычисление и обработка результатов измерений.

15. Способы оценивания аналитических возможностей методов.

16. Аттестация аналитических методик.

17. Методы определения вещественного (молекулярного) состава.

18. Анализ кристаллической структуры (рентгеновская дифракция на кристаллах и порошках).

19. Методы определения изотопного состава веществ.

20. Локальный анализ и анализ поверхности.

21. Хроматографические методы анализа.

22. Экспрессные тест-методы определения загрязнителей (в том числе, *in situ*).

23. Санитарно-гигиенический контроль.

24. Российские и международные методические и метрологические стандарты, рекомендации, руководства в области анализа геологических проб и объектов окружающей среды.

25. Критерии сравнения аналитических возможностей различных методов и выбора наиболее соответствующего цели исследования.

**Программа составлена** в соответствии с приказом Министерства образования и науки РФ от 19.11.2013 №1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)», на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.06.01 Науки о земле (уровень подготовки кадров высшей квалификации) (Приказ № 870 от 30.07.2014 г.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (Приказ № 1259 от 19.11.2013 г. в редакции Приказа Минобрнауки РФ от 05.04.2016 № 373) и Письма Рособрнадзора от 17 апреля 2006 г. N 02-55-77ин/ак.

Составители рабочей программы:

Васильева И.Е., д.т.н.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Ответственный за аспирантуру:

Шалаев А.А., к.ф.-м.н.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.