

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и
научной работе



(Handwritten signature)

А.В. Лейфа

01 сентября 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

«ОБЩАЯ ГЕОХИМИЯ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ»

Специальность 21.05.02 – прикладная геология

Специализация образовательной программы – геологическая съемка, поиски и разведка
месторождений твердых полезных ископаемых

Квалификация выпускника – горный инженер-геолог

Год набора – 2021

Форма обучения – очная

Курс 3, 4 Семестр 6, 7

Экзамен 6 сем Зачет 7 сем

Общая трудоемкость дисциплины 216 (акад. час.), 6 (з.е.)

Составитель Д.В. Юсупов, доцент, к.г.-м.н.

Факультет инженерно-физический

Кафедра геологии и природопользования


2021г.

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для специальности 21.05.02 – прикладная геология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.08.2020 № 953.

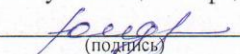
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры геологии и природопользования

«01» сентября 2021г., протокол № 1

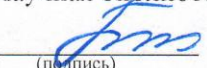
И.о. зав. кафедрой  Д.В. Юсупов

СОГЛАСОВАНО
Учебно-методическое управление
 Н.А. Чалкина
(подпись)

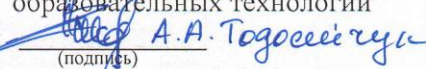
«01» сентября 2021г.

СОГЛАСОВАНО
Выпускающая кафедра
 Д.В. Юсупов
(подпись)

«01» сентября 2021г.

СОГЛАСОВАНО
Научная библиотека
 О.В. Петрович
(подпись)

«01» сентября 2021г.

СОГЛАСОВАНО
Центр информационных и
образовательных технологий
 А.А. Тодоровская
(подпись)

«01» сентября 2021г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: подготовка студента к освоению теоретических основ и приобретению практических навыков в области геохимии как науки о химическом составе Земли и основных закономерностях миграции и накопления химических элементов в различных природных процессах, курс «Геохимические методы поисков» призван дать студенту представление о методах, условиях и технологии применения современных геохимических и минералогических методов поисков твердых полезных ископаемых.

Задачи дисциплины:

- изучение студентами современных данных о распределении, факторах миграции и накопления химических элементов в литосфере, гидросфере, атмосфере и биосфере;
- развитие у студентов логики геохимического мышления;
- овладение основами знаний о поведении отдельных химических элементов и их изотопов в эндогенных и экзогенных геологических процессах;
- овладение навыками применения методов системного геохимического анализа природных объектов и процессов
- познакомить с теоретическими и практическими основами геохимических методов поисков месторождений твердых полезных ископаемых;
- изучить основные методы геохимических поисков и условия их применения;
- овладеть приемами организации и проектирования геохимических работ;
- овладеть методами обработки и анализа геохимической информации;
- овладеть методами количественной интерпретации геохимических данных.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Общая геохимия, геохимические методы поисков» входит в обязательную часть профессионального цикла дисциплин по специальности 21.05.02 «Прикладная геология» и позволяет дать студенту целостное представление об основных закономерностях в истории развития Земли. «Общая геохимия» является предшествующей дисциплиной для дисциплины «Геохимические методы поисков». Изучается студентами в течение 6-7 семестра после прохождения курсов дисциплин «Химия», «Общая геология», «Физика», «Кристаллография, минералогия». Изучает геохимические поля и основные параметры их строения; основы региональной геохимии и многоцелевого геохимического картирования; геохимические аномалии и ореолы; первичные и вторичные литогеохимические поля; гидрогеохимические, биогеохимические и атмогеохимические поля и методы поисков месторождений полезных ископаемых; методика проведения геохимического картирования и геохимических поисков на разных стадиях геологоразведочных работ; моноэлементные и полиэлементные геохимические карты и разрезы; количественные характеристики геохимических ореолов; зональность ореолов, способы выявления и интерпретации; способы оценки прогнозных ресурсов по геохимическим данным; минералогические поля и методы поисков; шлиховой метод; минеральные ассоциации рудных месторождений в минеральных потоках рассеяния.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

3.1. Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональных компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональных компетенции
Техническое проектирование	ОПК-5. Способен применять навыки	ИД1 _{ОПК-5} . Знает способы применения анализа горно-

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональных компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональных компетенции
	анализа горно-геологических условий при поисках, оценке, разведке и добыче полезных ископаемых, а также при гражданском строительстве	геологических условий при поисках, оценке, разведке и добыче полезных ископаемых, а также при гражданском строительстве ИД2 _{ОПК-5} . Умеет применять свои знания на практике ИД3 _{ОПК-5} . Владеет навыками оценки горногеологических условий при поисках, оценке, разведке и добыче полезных ископаемых, а также при гражданском строительстве
	ОПК-6. Способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения, в том числе моделировать горные и геологические объекты	ИД1 _{ОПК-6} . Знает программное обеспечение общего, специального назначения, в том числе моделирование горных и геологических объектов ИД2 _{ОПК-6} . Умеет применять свои знания на практике ИД3 _{ОПК-6} . Владеет программным обеспечением общего, специального назначения, в том числе моделированием горных и геологических объектов

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, промежуточная аттестация	Семестр	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)					Конт-роль (в акад часах)	Самостоятельная работа (в акад. часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	ЛР	И К Р	К Т О			
1	Введение в дисциплину. Периодическая система и геохимическая классификация элементов.	6	2	2	2				5	Экспресс-опрос. Отчет по практической и лабораторной работам.
2	Распространение элементов в Солнечной системе. Строение и химический состав Земли.	6	2	2	2				5	Экспресс-опрос. Отчет по практической и лабораторной работам.

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, промежуточная аттестация	Семестр	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)					Конт-роль (в акад часах)	Самостоятельная работа (в акад. часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	ЛР	И К Р	К Т О			
3	Геохимия магматических процессов. Геохимия гидротермального процесса	6	2	2	2				5	Экспресс-опрос. Отчет по практической и лабораторной работам.
4	Геохимия метаморфических процессов. Геохимия метасоматических процессов.	6	2	2	2				5	Экспресс-опрос. Отчет по практической и лабораторной работам.
5	Геохимия гипергенных процессов.	6	2	2	2				5	Экспресс-опрос. Отчет по практической и лабораторной работам.
6	Геохимия гидросферы. Геохимия атмосферы. Геохимия биосферы.	6	2	2	2				5	Коллоквиум.
7	Геохимия техногенеза. Геохимия отдельных элементов. Геохимия изотопов.	6	2	2	2				9	Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ), реферат
8	Введение. Математическая обработка геохимических данных	7	2	1	1				7	Экспресс-опрос
9	Геохимические ландшафты	7	2	1	1				7	Проверка расчётно-графической работы
10	Литохимические методы поисков	7	2	2	2				1,8	Проверка построения

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, промежуточная аттестация	Семестр	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)					Конт-роль (в акад часах)	Само-стоятельная работа (в акад. часах)	Формы текущего кон-троля успева-емости
			Л	ПЗ	ЛР	И К Р	К Т О			
	по вторичным ореолам и потокам рассеяния									ландшафтно-геохим. карты
11	Литохимические методы поисков по первичным ореолам	7	2	2	2				7	Коллоквиум
12	Шлиховые и минералого-геохимические методы поисков	7	2	2	2				7	Проверка расчётно-графической работы
13	Гидрохимические методы поисков	7	2	2	2				7	Проверка построения карты шлихового опробования
14	Биогеохимические методы поисков	7	2	2	2				7	Проверка построения карты биогеохимических ореолов
15	Атмогеохимические методы поисков	7	2	2	2				7	Семинарское занятие
16	Методика проведения эколого-геохимических исследований	7	2	2	2				7	Проверка расчётно-графической работы
17	Экзамен	6						0,3	26,7	
18	Зачет	7					0,2			
Итого			32	30	30		0,2	0,3	26,7	96,8

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, ЛР – лабораторная работа, ИКР – иная контактная работа, КТО – контроль теоретического обучения, КЭ – контроль на экзамене.

5.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	2	3

1	<p>Введение в дисциплину. Периодическая геохимическая система и классификация элементов.</p>	<p>Вводная лекция. Общие сведения об истории развития и становления геохимии как науки. Геохимия как наука: предмет, задачи и методы, основные разделы геохимии. История геохимии как науки, основные этапы, научные школы. Русские ученые от М.В.Ломоносова, Д.И.Менделеева до основоположников современной геохимии В.И.Вернадского, А.Е.Ферсмана, А.П. Виноградова, Л. Барсукова, А.И. Тугаринова. Выдающиеся зарубежные ученые- геохимики и их роль в становлении современной геохимии: от Ф.У.Кларка, В.М.Гольдшмидта до Х. Барнса, П. Бартона, Б. Место геохимии среди наук о Земле и роль геохимии в разработке как фундаментальных проблем естествознания так и решении практических задач современного общества. Определение основных понятий геохимии. Основы классификации химических элементов по особенностям строения атомов. Зависимость химических свойств элементов от электронных конфигураций оболочек атомов. Понятие о геохимической классификации элементов: литофильные, халькофильные, сидерофильные, атмофильные. Размеры атомов и ионов, валентные состояния, особенности строения ионов и их роль в геохимических процессах. Закон "диагональных рядов" А.Е.Ферсмана и понятие энергии кристаллической решетки. Энергетические константы А.Е.Ферсмана, их значение в геохимии и критика. Правила Л. Паулинга построения ионных кристаллов. Электроотрицательность и ее значение для геохимии. Изоморфизм и его виды: изовалентный и гетеровалентный, аномальные смешанные кристаллы. Изоморфные примеси и их роль как индикаторов геохимических процессов</p>
2	<p>Распространение элементов в Солнечной системе. Строение и химический состав Земли..</p>	<p>Обзор современных данных о строении планеты Земля и Солнечной системы. Оболочки и геосферы Земли. Понятие о кларке, средний химический состав земной коры, гидросферы, атмосферы и биосферы. Методы подсчета кларков, современные представления о распределении химических элементов Общие закономерности распространения химических элементов и их изотопов, сопоставление с химизмом метеоритов. О геохимическом балансе элементов.</p>

3	<p>Геохимия магматических процессов. Геохимия гидротермального процесса.</p>	<p>Магма, магматические расплавы, генезис, дифференциация и роль летучих в эволюции природных расплавов. Главные генетические серии магматических пород. Магматические формации современных геодинамических обстановок. Интрузивные и эффузивные породы</p> <p>Современные классификации интрузивных пород и их принципы. Методы петрохимического изучения магматических пород. Распространение редких элементов в изверженных горных породах. Факторы рассеяния и концентрирования химических элементов. Магматизм и его соотношение с эндогенным рудообразованием. Понятие о рудных магмах и магматогенно-рудных системах. Методики изучения расплавных и флюидалных включений.</p> <p>Эволюция представлений о гидротермальных рудообразующих процессах (идеи Р. Эммонса, В. Линдгрена, К. Краускопфа, С. Смирнова, Д. Коржинского). Современные теории гидротермального рудообразования. Источники воды и вещества. Геохимические методы при изучении эволюции гидротерм. Современные гидротермальные системы и их роль в развитии теории гидротермального рудообразования. Полихронность и полигенность гидротермального рудообразования. Типы растворов и способы отложения. Зональность гидротермальных месторождений. Геохимия микроэлементов в гидротермальном рудообразовании. Диагностическая роль микроэлементов. Геохимические ореолы и рудные тела.</p>
4	<p>Геохимия метаморфических процессов. Геохимия метасоматических процессов.</p>	<p>Учение о метаморфических фациях. Типы метаморфизма и фациальные серии. Особенности распределения компонентов в сосуществующих минералах переменного состава. Сосуществующие пары метаморфических минералов как геотермометры и геобарометры. Основные закономерности геохимии процессов метаморфизма. Метаморфическая дифференциация и формирование месторождений полезных ископаемых. Основы металлогенической специализации метаморфических комплексов. Общие сведения о метасоматозе. Основные типы метасоматических процессов. Теория</p>

		<p>метасоматической зональности, особенности строения инфильтрационных и диффузионных метасоматических колонок. Понятия о кислотности-щелочности послемагматических растворов. Фильтрационный эффект, его значение в геологии. Представление о геохимической подвижности компонентов. Понятие «метасоматическая фация», основные типы метасоматических фаций и их рудоносность. О термине трансмагматические (транскоровые) флюиды и их роль в процессах высокотемпературного метасоматизма и гранитизации.</p>
5	Геохимия гипергенных процессов.	<p>Геохимические факторы экзогенных процессов. Физико-химические особенности выветривания горных пород и руд. Типы выветривания. Геохимия зоны окисления рудных месторождений. Формы переноса химических элементов в поверхностных процессах. Понятие геохимического барьера. Истинные и коллоидные растворы. Общие сведения о геохимии осадочных процессов. Роль окислительно-восстановительных и биогеохимических факторов. Диагенез, стадии и их геохимические особенности.</p>
6	Геохимия гидросферы. Геохимия атмосферы. Геохимия биосферы.	<p>Геохимические процессы в гидросфере. Строение и состав гидросферы. Воды морские и континентальные, их состав, формы нахождения в них химических элементов. Гидрохимическая зональность вод океана и континентов. Закономерности формирования состава вод. Круговорот воды и геохимическая эволюция гидросферы.</p> <p>Геохимические процессы в атмосфере. Состав атмосферы, ее строение и распределение в ней химических элементов. Происхождение и эволюция состава атмосферы. Возникновение кислорода, природа азота, двуокиси углерода. Озон в атмосфере, его роль и распределение. Малые компоненты атмосферы, формы нахождения металлов и других элементов-примесей в воздухе. Атмосферная миграция химических элементов. Взаимодействие с гидросферой и литосферой.</p> <p>Биогеохимия и биогеохимические процессы. Соотношение геохимических и биогеохимических процессов. Роль органического вещества и живых организмов в концентрировании и рассеивании химических элементов. Ноосфера. Роль В.И. Вернадского изучении геохимии живого</p>

		вещества. Понятие биогеохимической провинции.
7	<p>Геохимия техногенеза. Геохимия отдельных элементов. Геохимия изотопов.</p>	<p>Техногенные геохимические процессы. Воздействие человека на химический состав окружающей среды. Загрязнение, вредные вещества и опасность их для здоровья человека. Основные источники загрязнения окружающей среды. Общие особенности техногенной миграции химических элементов. Техногенные геохимические системы и процессы, их формирующие. Техногенные геохимические аномалии. Техногенез и биосфера. Предмет и задачи экологической геохимии. Геохимические аспекты токсичности химических элементов. Миграция и концентрация токсичных и канцерогенных элементов в окружающей среде. Эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды. Геохимия антропогенеза (геохимическое преобразование атмосферы и гидросферы, почв, флоры и фауны). Геохимия элементов. Склады ВМ. Механизация взрывных работ. Изотопный состав химических элементов. Главные свойства изотопов. Стабильные, радиоактивные (радиогенные) и искусственные изотопы. Фракционирование изотопов в природных процессах.</p>
8	<p>Введение. Математическая обработка геохимических данных</p>	<p>Учение о геохимических поисках месторождений полезных ископаемых как самостоятельный раздел геологических наук. Методы математической статистики при геохимических поисковых работах, понятия о геохимической совокупности и геохимической выборки. Определение статистических параметров распределения содержаний химических элементов, понятие о функции (законе) распределения случайной величины, параметры нормального и логарифмически-нормального законов. Определение пределов фонового колебания</p>

		<p>содержаний в геохимической выборке, коэффициент вариации, оценка вероятностной ошибки определения среднего арифметического. Определение аномальных содержаний, критерий трех стандартных отклонений. Определение связи между варьирующими величинами (корреляционный анализ), оценка критических значений коэффициента корреляции.</p>
9	Геохимические ландшафты	<p>Элементарные ландшафты. Классификация ландшафтов на основе биоклиматической зональности. Составление ландшафтно-геохимических карт. Геолого-ландшафтные таксоны. Типовые доминантные ландшафты. Генетические типы континентальных рыхлых образований. Геохимические барьеры и их роль в образовании геохимических аномалий. Закономерности поведения химических элементов в геохимических ландшафтах по В.А. Алексеенко.</p>
10	Литохимические методы поисков по вторичным ореолам и потокам рассеяния	<p>Потоки рассеяния рудных месторождений. Ежегодный слой денудации. Механизм формирования потоков рассеяния. Модель идеального потока рассеяния в водотоке I порядка. Параметры и характеристики литохимического потока рассеяния рудного месторождения. Зависимость содержаний химических элементов в аллювии от положения рудного объекта в бассейне водосбора. Коэффициент пропорциональности. Динамика формирования потока рассеяния, влияние на состав аллювия материала ближайших склонов. Оценка прогнозных ресурсов металлов категории P_3 как критерий перехода к следующей стадии работ.</p> <p>Вторичные ореолы рассеяния. Стадии выветривания горных пород и профиль рыхлых образований. Классификация вторичных ореолов по фазе, генезису и признаку доступности для обнаружения. Характеристика важнейших типов вторичных ореолов. Вторичный остаточный ореол рассеяния. Вывод функции рассеяния для тонкого рудного тела. Параметры остаточного ореола рассеяния M и σ их геохимический смысл. Коэффициент остаточной продуктивности k, его зависимость от местных ландшафтно-геохимических условий. Методы подсчета площадной продуктивности.</p>

		Оценка прогнозных ресурсов рудных объектов по категориям P_2 и P_1 . Солевой ореол сульфидного месторождения. Наложённые геохимические ореолы рассеяния. Методы усиления слабых геохимических аномалий.
11	Литохимические методы поисков по первичным ореолам	Первичные ореолы рудных месторождений. Поиски слепых рудных тел по первичным ореолам на флангах и глубоких горизонтах разведываемых и эксплуатируемых месторождений. Зональность рудных месторождений. Ряды зонального отложения элементов типоморфного комплекса и методы их выявления. Оценка слепых рудных тел по их надрудным первичным ореолам. Коэффициент геохимического подобия, методы его оценки. Оценка прогнозных ресурсов рудных объектов по первичным ореолам
12	Шлиховые и минералого-геохимические методы поисков	Понятие о механических и шлиховых геохимических ореолах рассеяния. Минералого-геохимические монокомпонентные и поликомпонентные потоки рассеяния. Шлиховые поиски на разных стадиях геологоразведочных работ. Методика шлихо-геохимического опробования из элювиально-делювиальных и аллювиальных отложений. Методика диагностики минералов шлихов. Графическая обработка результатов шлиховых поисков: минералогические профили, колонки и прогнозные карты.
13	Гидрохимические методы поисков	Гидрохимические методы поисков по катионам металлов и по сульфат-иону путем опробования поверхностных водных потоков. Область эффективного применения гидрохимического метода. Поиски погребенных месторождений в закрытых районах при наличии водоносного горизонта. Методы анализа, применяемые при гидрохимических поисках.
14	Биогеохимический метод поисков	Собственно биогеохимический и геоботанический методы поисков. Растения как концентраторы рудных элементов. Основные геохимические показатели биогенной миграции элементов: биофильность, коэффициент биогенного поглощения, растительно-почвенный коэффициент. Биогеохимические барьеры. Области эффективного применения биохимического метода поисков. Методика

		биохимических съемок в закрытых районах.
15	Атмогеохимические методы поисков	Поисковые задачи, решаемые атмохимическими методами. Образование газовых ореолов рассеяния путем эффузии и диффузии газов через горные породы. Влияние природных факторов на концентрацию газов в перекрывающих отложениях и в приземной атмосфере. Состав атмохимических аномалий рудных, нефтяных и газовых месторождений и методика их поисков на закрытых территориях. Виды газовых съемок: водородная, гелиевая и газортутная съемки. Выделение глубинных разломов и кольцевых структур атмохимическим методом.
16	Методы эколого-геохимических исследований	Понятие «техногенез». Технофильность химических элементов. Параметры и характеристики техногенных геохимических аномалий в горно-рудных районах. Геохимическое загрязнение городов и урбанизированных территорий. Виды и масштабы эколого-геохимических съемок. Геохимический мониторинг окружающей среды. Многоцелевое геохимическое картирование

5.2. Практические занятия.

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	2	3
1	Введение в дисциплину. Периодическая система и геохимическая классификация элементов	Изучение геохимических свойств химических элементов и групп элементов с близкими свойствами. Геохимическая классификация элементов: литофильные, халькофильные, сидерофильные, атмофильные. Размеры атомов и ионов, валентные состояния, особенности строения ионов и их роль в геохимических процессах. Рассмотрение вопросов на конкретных примерах: общие сведения об элементе, история открытия и область применения, основные физические характеристики, основные химические свойства, поведение в геологических процессах (уровни концентрации, валентные состояния, формы нахождения, переноса и осаждения)
2	Распространение элементов в Солнечной системе. Строение и химический состав Земли.	Методы подсчета кларков, современные представления о распределении химических элементов. Обзор современных данных о строении планеты Земля и Солнечной системы. Оболочки и геосферы Земли. Общие закономерности распространения химических элементов и их изотопов, сопоставление с химизмом метеоритов.

		О геохимическом балансе элементов. Построение диаграмм и графиков.
3	Геохимия магматических процессов	Выявление особенностей распределения отдельных химических элементов в магматических процессах (по имеющимся аналитическим данным). Определение ассоциаций химических элементов, характерных для магматических горных пород и руд (по справочным данным). Построение диаграмм и графиков. Построение графиков, демонстрирующих средние значения кларков концентрации элементов в различных магматических породах. Иллюстрация относительной распространенности ряда химических элементов в магматических горных породах с помощью численных показателей и наглядных графиков и формулировка заключения о характерных группах элементов, обычно накапливающихся в магматических горных породах
4	Геохимия гидротермального процесса.	Современные теории гидротермальных процессов. Геохимические методы при изучении эволюции гидротерм. Геохимия микроэлементов в гидротермальном рудообразовании. Диагностическая роль микроэлементов. Геохимические ореолы и рудные тела. Выявление особенностей распределения отдельных химических элементов в гидротермальных процессах (по имеющимся аналитическим данным). Построение диаграмм и графиков
5	Геохимия метаморфических процессов	Основные закономерности геохимии процессов метаморфизма. Особенности распределения компонентов в сосуществующих минералах переменного состава. Выявление особенностей распределения отдельных химических элементов в метаморфических процессах (по имеющимся аналитическим данным). Построение диаграмм и графиков. Иллюстрация относительной распространенности ряда химических элементов в метаморфических горных породах с помощью численных показателей и наглядных графиков и формулировка заключения о характерных группах элементов, обычно накапливающихся в метаморфических горных породах

6	Геохимия метасоматических процессов	Теория метасоматической зональности, особенности строения инфильтрационных и диффузионных метасоматических колонок. Представление о геохимической подвижности компонентов. Выявление особенностей распределения отдельных химических элементов в метасоматических процессах (по имеющимся аналитическим данным). Построение диаграмм и графиков.
7	Геохимия гипергенных процессов	Геохимические факторы экзогенных процессов. Физико-химические особенности выветривания горных пород и руд. Геохимия зоны окисления рудных месторождений. Формы переноса химических элементов в поверхностных процессах. Выявление особенностей распределения отдельных химических элементов в гипергенных процессах (по имеющимся аналитическим данным). Построение диаграмм и графиков
8	Математическая обработка геохимических данных	Геохимическая изученность территории Амурской области (региональные геохимические поиски). Обзор геохимической изученности территории Амурской области масштаба 1:200 000.
9	Литохимические методы поисков	Контроль качества первичной геохимической информации. Сопоставление результатов первичного и контрольного опробования при литохимических поисках.
10	Статистическая обработка.	Статистическая обработка геохимических данных. Определение параметров местного геохимического фона и нижнего аномального содержания элементов по данным литохимической съемки масштаба 1:10 000.
		Составление ландшафтно-геохимической карты по условиям проведения геохимических поисков масштаба 1:50 000.
11	Корреляционной зависимости	Определение корреляционной зависимости между элементами
12	Оценка прогнозных ресурсов	Оценка прогнозных ресурсов аномального геохимического поля ранга рудного месторождения (P_2) по результатам детальной литохимической съемки масштаба 1:10 000
13	Ряды геохимической зональности оруденения.	Составление рядов геохимической зональности оруденения (на примере Бамского и Маломырского золоторудных месторождений).

14	Оценка уровня эрозионного среза по первичным ореолам.	Оценка уровня эрозионного среза рудного тела по первичным ореолам (на примере Бамского золоторудного месторождения).
15	Эколого-геохимическая оценка	Эколого-геохимическая оценка территории г. Благовещенск по данным снеговой и литогеохимической съёмки.

5.3. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	2	3
1	Геохимия гипергенных процессов	Понятие геохимического барьера. Истинные и коллоидные растворы. Общие сведения о геохимии осадочных процессов. Роль окислительно-восстановительных и биогеохимических факторов. Диагенез, стадии и их геохимические особенности. Выявление особенностей распределения отдельных химических элементов в гипергенных процессах (по имеющимся аналитическим данным). Построение диаграмм и графиков
2	Геохимия гидросферы	Геохимические процессы в гидросфере. Состав морских и континентальных вод, формы нахождения в них химических элементов. Гидрохимическая зональность вод океана и континентов. Выявление особенностей распределения отдельных химических элементов в гидросфере (по имеющимся аналитическим данным). Построение диаграмм и графиков
3	Геохимия атмосферы	Геохимические процессы в атмосфере. Состав атмосферы, ее строение и распределение в ней химических элементов. Малые компоненты атмосферы, формы нахождения металлов и других элементов-примесей в воздухе. Атмосферная миграция химических элементов. Взаимодействие с гидросферой и литосферой. Выявление особенностей распределения отдельных химических элементов в атмосфере (по имеющимся аналитическим данным). Построение диаграмм и графиков
4	Геохимия биосферы	Биогеохимия и биогеохимические процессы. Соотношение геохимических и биогеохимических процессов. Роль органического вещества и живых организмов в концентрировании и рассеивании химических элементов. Выявление особенностей распределения отдельных химических элементов в биосфере (по имеющимся аналитическим данным). Построение диаграмм, графиков, картосхем

5	Геохимия техногенеза.	<p>Техногенные геохимические процессы. Основные источники загрязнения окружающей среды. Общие особенности техногенной миграции химических элементов. Техногенные геохимические аномалии. Геохимические аспекты токсичности химических элементов. Миграция и концентрация токсичных и канцерогенных элементов в окружающей среде. Выявление особенностей распределения отдельных химических элементов (по имеющимся аналитическим данным). Построение диаграмм и графиков. Численные показатели и графическая характеристика загрязнения почв тяжелыми металлами и другими химическими элементами (определение геохимических элементов – загрязнителей почв, уровней их накопления по сравнению с незагрязненными почвами; сравнение содержания элементов в изученных почвах с предельно допустимыми концентрациями; вычисление коэффициентов концентрации по отношению к ПДК/ОДК; расчёт суммарных показателей загрязнения почв экологически опасными химическими элементами различных классов опасности; графическое изображение характера загрязнения почвы в виде геохимического спектра; формулировка заключения о характере, уровне и экологической опасности загрязнения почв данного локального участка).</p>
6	Геохимия отдельных элементов	<p>Закрепление знаний о геохимических свойствах отдельных элементов и групп элементов с близкими свойствами. Описание по схеме: общие сведения об элементе (история открытия и область применения, основные физические характеристики, основные химические свойства); распространенность химического элемента (в земной коре, в магматических горных породах, в осадочных горных породах, в метаморфических горных породах, в других природных объектах: гидросфере, атмосфере, биосфере); основные минералы-носители; поведение в геологических процессах (уровни концентрации, валентные состояния, формы нахождения, переноса и осаждения); формы нахождения, поведение в водной и воздушной средах, участие в биологическом круговороте; основные типы месторождений.</p>

7	Геохимия изотопов	Закрепление знаний о геохимии изотопов и свойствах природных изотопных систем. Анализ изотопных систем и их индикаторных возможностей. Порядок изложения материала по геохимии стабильных изотопов химического элемента: стабильные изотопы (общая информация об изотопах данного элемента: возможные изотопы, стабильные изотопы); распространенность элемента и его изотопов (в земной коре, в магматических горных породах, в осадочных горных породах, в метаморфических горных породах, в других природных объектах: гидросфере, атмосфере, биосфере); основные минералы-носители и изотопные стандарты; причины и закономерности дифференциации изотопов: в земной коре, гидросфере, атмосфере, биосфере; основные методы анализа и изучения изотопов данного элемента
8	Оценка распределения фракций рудных минералов	Оценка распределения фракций рудных минералов по гранулометрическим классам в литохимических (металлометрических) пробах по результатам литохимической съемки масштаба 1:50 000 и 1:10 000.

6.САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование раздела	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в академических часах
1	Введение в дисциплину. Периодическая система и геохимическая классификация элементов.	Подготовка отчета по практическому занятию и лабораторной работе.	5
2	Распространение элементов в Солнечной системе. Строение и химический состав Земли.	Подготовка отчета по практическому занятию и лабораторной работе.	5
3	Геохимия магматических процессов. Геохимия гидротермального процесса	Подготовка отчета по практическому занятию и лабораторной работе.	5
4	Геохимия метаморфических процессов. Геохимия метасоматических процессов.	Подготовка отчета по практическому занятию и лабораторной работе.	5
5	Геохимия гипергенных процессов.	Подготовка отчета по практическому занятию и лабораторной работе.	5
6	Геохимия гидросферы. Геохимия атмосферы. Геохимия биосферы.	Подготовка к коллоквиуму.	5
7	Геохимия техногенеза. Геохимия отдельных элементов. Геохимия изотопов.	Выполнение индивидуального домашнего задания, реферат и презентация.	9

№ п/п	Наименование раздела	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в академических часах
8	Математическая обработка геохимических данных	Выполнение расчётно-графической работы	7
9	Геохимические ландшафты	Построение ландшафтно-геохимической карты	7
10	Литохимические методы поисков по вторичным ореолам и потокам рассеяния	Подготовка к коллоквиуму	1,8
11	Литохимические методы поисков по первичным ореолам	Выполнение расчётно-графической работы	7
12	Шлиховые и минералогическо-геохимические методы поисков	Построение карты результатов шлихового опробования	7
13	Гидрохимические методы поисков	Выполнение индивидуального задания	7
14	Биогеохимические методы поисков	Подготовка к словарному диктанту	7
15	Атмогеохимические методы поисков	Подготовка к семинарскому занятию	7
16	Методика проведения эколого-геохимических исследований	Выполнение расчётно-графической работы	7
	Итого		96,8

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Освоение дисциплины предусматривает использование комплекса современных образовательных технологий для организации учебного процесса. В первую очередь широко применяются *традиционные технологии*:

- теоретический материал и его практическое закрепление реализуется с помощью лекций, практических и лабораторных занятий;
- контроль знаний осуществляется с помощью тестов, индивидуальных домашних заданий, проверочных работ, защиты лабораторных работ, различных форм внеаудиторной самостоятельной работы;
- для решения различных проблемных вопросов, для подготовки к коллоквиуму, проверочным работам, экзаменам используются собеседования, консультации;
- для реализации компетентного подхода используются технические средства обучения, в том числе компьютерные технологии: видеофильмы, компьютерное тестирование, лекции-визуализации.

Для обеспечения наглядности представленной информации, повышения познавательной деятельности активно используются *мультимедийные и информационные технологии*, что способствует развитию у студентов навыков работы с компьютерной техникой, а также повышению уровня информационной культуры в целом. Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедиа-средств при проведении лекционных занятий

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах

их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств.

8.1. Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Геохимия как наука: предмет, задачи и методы, основные разделы геохимии. Место геохимии среди наук о Земле.
2. История геохимии, основные этапы, научные школы.
3. Периодическая система и геохимическая классификация элементов. Литофильные, халькофильные, сидерофильные, атмофильные элементы. Роль элементов в геохимических процессах. Изоморфные примеси и их роль как индикаторов геохимических процессов.
4. Строение и химический состав Земли. Обзор современных данных о строении планеты Земля. Оболочки и геосферы Земли.
5. Понятие о кларке, средний химический состав земной коры, гидросферы, атмосферы и биосферы.
6. Обзор современных данных о строении Солнечной системы. Распространение элементов в Солнечной системе.
7. Методы подсчета кларков, современные представления о распределении химических элементов.
8. Общие закономерности распространения химических элементов и их изотопов, сопоставление с химизмом метеоритов. О геохимическом балансе элементов.
9. Геохимия магматических процессов. Методы петрохимического изучения магматических пород. Факторы рассеяния и концентрирования химических элементов.
10. Геохимия гидротермального процесса. Эволюция представлений о гидротермальных рудообразующих процессах. Геохимические методы при изучении эволюции гидротерм. Геохимия микроэлементов в гидротермальном рудообразовании. Геохимические ореолы и рудные тела.
11. Геохимия метаморфических процессов. Особенности распределения компонентов в сосуществующих минералах переменного состава. Сосуществующие пары метаморфических минералов как геотермометры и геобарометры. Основные закономерности геохимии процессов метаморфизма.
12. Геохимия метасоматических процессов. Основные типы метасоматических процессов. Представление о геохимической подвижности компонентов. Понятие «метасоматическая фация», основные типы метасоматических фаций и их рудоносность.
13. Геохимия гипергенных процессов. Геохимические факторы экзогенных процессов. Геохимия зоны окисления рудных месторождений. Формы переноса химических элементов в поверхностных процессах. Понятие геохимического барьера. Общие сведения о геохимии осадочных процессов. Роль окислительно-восстановительных и биогеохимических факторов. Диагенез, стадии и их геохимические особенности.
14. Геохимия гидросферы. Геохимические процессы в гидросфере. Воды морские и континентальные, их состав, формы нахождения в них химических элементов. Гидрохимическая зональность вод океана и континентов. Круговорот воды и геохимическая эволюция гидросферы.
15. Геохимия атмосферы. Геохимические процессы в атмосфере. Состав атмосферы, ее строение и распределение в ней химических элементов. Малые компоненты атмосферы, формы нахождения металлов и других элементов-примесей в воздухе. Атмосферная миграция химических элементов. Взаимодействие с гидросферой и литосферой.
16. Геохимия биосферы. Биогеохимия и биогеохимические процессы. Соотношение геохимических и биогеохимических процессов. Роль органического вещества и живых организмов в концентрировании и рассеивании химических элементов. Ноосфера. Роль В.И. Вернадского в изучении геохимии живого вещества. Понятие биогеохимической

провинции.

17. Геохимия техногенеза. Техногенные геохимические процессы. Основные источники загрязнения окружающей среды. Общие особенности техногенной миграции химических элементов. Техногенные геохимические системы и процессы, их формирующие. Техногенные геохимические аномалии.

18. Техногенез и биосфера. Предмет и задачи экологической геохимии. Геохимические аспекты токсичности химических элементов. Миграция и концентрация токсичных и канцерогенных элементов в окружающей среде. Эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды.

19. Геохимия антропогенеза (геохимическое преобразование атмосферы и гидросферы, почв, флоры и фауны).

20. Геохимия отдельных элементов (Fe, Mn, Cr; Zr, Hf; Ni, Co; PЗЭ; Cu, Ag; U, Th; Zn, Cd; F, Cl, Br, I; Pb, Hg; S, Se, Te; Au; As, Sb; Pt, Pd, Ru, Rh, Os, Ir; Bi, Tl; W, Mo; Be, Sn; Li, Rb, Cs; Ti, V; Nb, Ta; Sr, Ba)

21. Геохимия изотопов. Изотопный состав химических элементов. Главные свойства изотопов. Стабильные, радиоактивные (радиогенные) и искусственные изотопы. Фракционирование изотопов в природных процессах.

22. Геохимия изотопов. Стабильные изотопы: водород; кислород; сера; углерод; азот. Радиогенные изотопные системы: K – Ar; Rb – Sr; Sm – Nd; Re – Os; U – Pb; Th – Pb; ^{14}C – ^{14}N .

23. Методы определения абсолютного возраста минералов и горных пород.

24. Изотопия свинца и ее роль в решении проблем генезиса рудных месторождений.

25. Изотопный состав стронция и неодима в связи с проблемами зарождения и эволюции магматических расплавов.

26. Изотопы углерода и кислорода в метаморфических, магматических и осадочных процессах.

27. Дифференциация изотопов серы и проблемы формирования месторождений полезных ископаемых.

28. Изотопно-геохронологические методы и их значение при определении абсолютного возраста геологических объектов.

8.2 Примерные вопросы к зачету.

1. Учение о геохимических поисках месторождений полезных ископаемых как самостоятельный раздел геологических наук. Вклад В.И. Вернадского, А.Е. Ферсмана, Н.И. Сафронова, А.П. Соловова, А.И. Перельмана и других ученых в развитии геохимических методов поисков.
2. Задачи геохимических методов на различных стадиях геолого-разведочных работ.
3. Методы анализа геохимических проб. Контроль качества первичной информации.
4. Понятие о геохимической провинции, геохимическом поле, геохимической аномалии, геохимическом фоне. Перспективные, не перспективные, ложные аномалии.
5. Методы математической статистики обработки геохимических данных. Понятие о функции распределения случайной величины. Параметры нормального и логнормального распределения содержаний элементов в выборке.
6. Геохимические ландшафты, ландшафтно-геохимическое районирование.
7. Литохимические первичные ореолы рудных месторождений.
8. Литохимический метод поисков по первичным ореолам.
9. Литохимические вторичные потоки рассеяния.
10. Литохимический метод поисков по потокам рассеяния.
11. Литохимические вторичные ореолы рассеяния, классификация вторичных ореолов.
12. Литохимический метод поисков по вторичным ореолам рассеяния.
13. Параметры и оценка вторичных ореолов рассеяния, параметрические и непараметрические показатели.
14. Оценка прогнозных ресурсов рудных объектов по категориям P_3 , P_2 , P_1 .

15. Гидрохимические вторичные ореолы рассеяния.
16. Гидрохимический метод поисков.
17. Биогеохимические вторичные ореолы рассеяния.
18. Биогеохимические методы поисков.
19. Шлиховые вторичные ореолы рассеяния.
20. Шлиховой метод поисков.
21. Атмогеохимические вторичные ореолы.
22. Атмогеохимический метод поисков.
23. Обзор геохимической изученности территории Амурской области масштаба 1:200000.
24. Методы эколого-геохимических исследований.

Перечень геохимических терминов и понятий.

1. Биофильность.
2. Вторичный ореол рассеяния.
3. Геохимический ландшафт.
4. Геохимический фон.
5. Закрытый ореол рассеяния,
6. Коэффициент остаточной продуктивности.
7. Коэффициент зональности.
8. Коэффициент вариации.
9. Коэффициент корреляции.
10. Кларк концентрации.
11. Коэффициент относительного поглощения.
12. Коэффициент биогенного поглощения.
13. Линейная продуктивность ореола.
14. Механический ореол рассеяния.
15. Наложенный ореол рассеяния.
16. Остаточный ореол.
17. Открытый ореол рассеяния.
18. Площадная продуктивность ореола.
19. Поток рассеяния.
20. Растительно-почвенный коэффициент.
21. Растительно-газовый коэффициент.
22. Солевой ореол рассеяния.
23. Технофильность.

9.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература:

1. Жариков, В. А. Основы физической геохимии [Электронный ресурс] : учебник / В. А. Жариков. — Электрон.текстовые данные. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2005. — 656 с. — 5-211-04849-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13063.html>
2. Стерленко, З. В. Общая геохимия [Электронный ресурс] : практикум / З. В. Стерленко, А. А. Рожнова. — Электрон.текстовые данные. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 148 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66070.html>
3. Геология и геохимия нефти и газа [Электронный ресурс] : учебник / О. К. Баженова, Ю. К. Бурлин, Б. А. Соколов, В. Е. Хаин. — Электрон.текстовые данные. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2012. — 432 с. — 978-5-211-05326-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13049.html>

4. Шищиц, И.Ю. Основы инженерной георадиоэкологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Ю. Шищиц. — Электрон.дан. — Москва : Горная книга, 2005. — 711 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3237> — Загл. с экрана.

5. Гальперин, А.М. Техногенные массивы и охрана природных ресурсов. Том 1. Насыпные и намывные массивы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Гальперин, В. Ферстер, Х.-. Шеф. — Электрон.дан. — Москва : Горная книга, 2006. — 391 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3241> . — Загл. с экрана.

6. Ермолов, В.А. Геология. Ч.П. Разведка и геолого-промышленная оценка месторождений полезных ископаемых: Учебник. [Электронный ресурс] : Учебники — Электрон.дан. — М. : Горная книга, 2005. — 392 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3229>. — Загл. с экрана.

7. Копылова Ю.Г. Гидрогеохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Г. Копылова, Н.В. Гусева. — Электрон.текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014. — 184 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34659.html>

б) дополнительная литература:

8. Черняхов В.Б. Геохимические ореолы медноколчеданных месторождений Оренбургского Урала [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Черняхов, Е.Г. Щеглова. — Электрон.текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 354 с. — 978-5-7410-1358-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61887.html>

9. Коробейников А.Ф. Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А.Ф. Коробейников. — Электрон.текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2012. — 255 с. — 978-5-4387-0175-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34701.html>

б) интернет-ресурсы:

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	Электронно-библиотечная система IPRbooks http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
2	http://e.lanbook.com	Электронная библиотечная система «Издательства «Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки.
3	Электронная библиотечная система «Юрайт» https://urait.ru/	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
4	Электронно-библиотечная	Электронно-библиотечная система IPRbooks —

	система IPRbooks http://www.iprbookshop.ru/	научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
5	Электронная библиотечная система «Юрайт» https://urait.ru/	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

в) программное обеспечение:

№	Перечень программного обеспечения (обеспеченного лицензией)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Операционная система MSWindows 7 Pro	DreamSparkPremiumElectronicSoftwareDelivery (3 years) договору – Сублицензионный договор №Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года
2	Операционная система MSWindows 7 Pro	DreamSparkPremiumElectronicSoftwareDelivery (3 years) договору – Сублицензионный договор №Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине «Общая геохимия, геохимические методы поисков» проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет».

При изучении дисциплины используется:

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета».