

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Одобрено на Ученом Совете
ГИН СО РАН

протокол № 8

от « 1 » октября 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГИН СО РАН



А.А. Цыганков

2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Профиль: Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых (25.00.09)

Шифр направления: 05.06.01

Наименование направления: Науки о Земле

Квалификация:

Исследователь. Преподаватель-исследователь


Улан-Удэ
2015

Рабочая 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.), на основании паспорта научной специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых, разработанного Высшей Аттестационной Комиссией (ВАК) при Министерстве образования и науки Российской Федерации и учебным планом ГИН СО РАН по основной образовательной программе подготовки аспирантов.

Составитель рабочей программы:
Директор ГИН СО РАН,
заведующий Лабораторией петрологии,
д.г.-м.н., А.А. Цыганков



Согласовано:
Зам. директора ГИН СО РАН по научной работе,
заведующий Лабораторией гидрогеологии и геоэкологии,
д.г.-м.н., А.М. Плюснин



Начальник отдела подготовки кадров
высшей квалификации,
научный сотрудник
Лаборатории геодинамики,
к.г.-м.н., Е.В. Васильева



« 30 » сентября _____ 2015 г.

1. Цели и задачи дисциплины, требования к уровню освоения содержания дисциплины

1.1. Цели и задачи изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины является получение аспирантами знаний по геохимии, геохимическим процессам, геохимическим методам поиска месторождений полезных ископаемых. Дисциплина нацелена на формирование у аспирантов системного подхода к геологическому познанию мира, представлений о единстве и взаимосвязи материи на Земле и в космосе, слагающих ее природных и природно-антропогенных геосистем.

Задачи дисциплины:

1. Овладение теоретическими знаниями о геохимии и космохимии, изотопной геохимии, геохимических свойств элементов, закономерностях распределения, условиях миграции и накопления химических элементов в природных и природно-антропогенных системах.
2. Изучение геохимических классификаций химических элементов по разным признакам; овладение методами оценки условий миграции и накопления химических элементов, выявления геохимических барьеров;
3. Обучение основным геохимическим методам поисков полезных ископаемых.
4. Выработка навыков самостоятельной учебной деятельности, развитие познавательного интереса.
5. Ознакомление с российскими национальными и международными проблемами в области геохимии.

1.2. Требования к уровню подготовки аспирантов, завершивших изучение данной дисциплины

Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

иметь представление: о распространенности химических элементов и изотопов в природе, о закономерностях их распределения в минералах, горных породах, рудных месторождениях, живом веществе, земной коре и Земле в целом, гидросфере, атмосфере и биосфере, а также во взвешенном веществе, о формах нахождения (состоянии) и поведении химических элементов и изотопов в природных и техногенных процессах, об условиях концентрирования и рассеяния элементов, формирования рудных месторождений, о выявлении и теоретической интерпретации локальных закономерностей пространственной геохимической структуры биосферы и разработке системы практических методов геохимического мониторинга окружающей среды, геохимических методов поисков, разведки и оценки месторождений полезных ископаемых, разработке принципов оценки и прогноза геохимического состояния биосферы.

знать:

- а) физико-химические основы геохимии;
- б) современные геохимические методы поиска месторождений полезных ископаемых.

уметь:

- а) составлять планы геолого-геохимических работ, анализировать получаемые результаты, составлять отчеты по теме научно-исследовательской работы;
- б) выявлять эмпирические закономерности распределения рудных и экологически опасных концентраций и потоков химических элементов и изотопов с целью разработки принципов и методов прогнозирования поисков, разведки и оценки месторождений полезных ископаемых и рационального использования недр, оценки и прогнозирования состояния биосферы и ее защиты от экологически опасных последствий современной технологической деятельности человечества.

владеть:

- а) фундаментальными понятиями в области геохимии и геохимических методов поисков;

- б) навыками планирования и организации работ по проектам в области геохимии и геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых;
- в) теоретическими и экспериментальными методами исследования в области геохимии, геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых.

1.3. Связь с предшествующими дисциплинами

Содержание дисциплины базируется на знаниях, приобретенных в курсах общей химии, общей геологии, минералогии, петрографии, геотектоники, метасоматизма и металлогении.

1.4. Связь с последующими дисциплинами

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке и написании диссертации по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых.

2. Объем и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 зачетных единицы 6480 часов.

Вид учебной работы	Объем часов
Трудоемкость изучения дисциплины	756
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	
в том числе:	
лекции	412
семинары	
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	344
в том числе:	
изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку	344
статьи, доклады, рефераты	

Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название дисциплины	Объем часов		
		лекции	семинары	СРС
1	Физико-химические основы геохимии	72		36
2	Геохимия геологических процессов	56		52
3	Прикладная геохимия	40		32
4	Физико-химическое моделирование рудных процессов	40		32
5	Физико-химическое моделирование эндогенных и экзогенных процессов	72		72
6	Геохимические методы поисков полезных ископаемых	56		52
7	Изотопная геохимия			

2.1. Темы лекционных занятий

Б1.В.ОД.1 – Физико-химические основы геохимии

Предмет и методы физической геохимии. Освоение методов химической термодинамики и овладение методами физико-химического моделирования геохимических процессов.

Основные понятия и законы термодинамики. Физико-химический анализ парагенезисов минералов. Физико-химические расчеты.

Б1.В.ОД.2 – Геохимия геологических процессов

Геохимия магматических процессов. Химический состав магматических пород. Важнейшие закономерности поведения химических элементов в силикатных расплавах.

Связь магматизма и рудообразования. Поведение летучих в магматическом процессе в связи с их рудогенным потенциалом.

Геохимия процессов метаморфизма. Химический состав метаморфических пород. Понятие об открытой и закрытой системах. Поведение химических элементов в различных метаморфических фациях. Геохимия рудогенеза в процессах метаморфизма. Геохимия гидротермальных процессов. Гидротермальные растворы, их природа, источники воды и рудного вещества. Состав и свойства гидротермальных растворов. Метасоматоз, его основные законы. Основные типы ассоциаций химических элементов в гидротермально-метасоматических образованиях. Формы миграции химических элементов в гидротермальных растворах. Факторы отложения элементов из растворов и их концентрации. Геохимическая зональность гидротермальных месторождений.

Геохимия процессов выветривания и осадкообразования. Химический состав различных типов осадочных пород. Процессы выветривания в различных ландшафтно-климатических условиях. Поведение химических элементов при выветривании горных пород и в зонах окисления. Геохимические типы зон окисления. Геохимические условия процессов литогенеза, осадочная дифференциация вещества, фации осадочных пород континента и морских отложений.

Месторождения полезных ископаемых, связанных с литогенезом.

Состав атмосферы, ее строение и распределение в ней компонентов по высоте. Происхождение и эволюция состава атмосферы. Взаимодействие атмосферы с солнечной и космической радиацией. Малые компоненты атмосферы, формы нахождения металлов и других элементов-примесей в воздухе. Атмосферная миграция химических элементов. Взаимодействие с гидросферой и литосферой.

Определение Вернадским понятия "биосфера". Биогенная миграция химических элементов. Биогеохимические процессы, их роль в формировании литосферы, гидросферы, атмосферы. Биогеохимические провинции. Органическое вещество в биосфере Земли. Органические соединения в природных водах, почвах, углях, нефти, горных породах.

Б1.В.ОД.3 – Прикладная геохимия

Представление о геохимических методах поисков: их виды и возможности. Первичные и вторичные ореолы рассеяния. Литохимические, гидрохимические, атмохимические и биогеохимические методы поисков. Геохимические карты, методы геохимического картирования.

Геохимия окружающей среды. Миграция и концентрация токсичных элементов в окружающей среде. Эколого-геохимические особенности геохимических ландшафтов. Эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды. Общие особенности техногенной миграции химических элементов.

Понятие "ноосфера". Техногенные геохимические системы и процессы, их формирующие. Техногенные геохимические аномалии.

Б1.В.ОД.4 – Физико-химическое моделирование рудных процессов

Применение химической термодинамики и методов физико-химического моделирования рудных процессов при изучении/моделировании процессов формирования горных пород при высоких температурах и давлениях.

Б1.В.ОД.5 – Физико-химическое моделирование эндогенных и экзогенных процессов

Применение химической термодинамики и методов физико-химического моделирования при изучении/моделировании процессов формирования горных пород при разных температурах и давлениях.

Обучение представлению моделей геохимических процессов в терминах термодинамики, а также методам обработки экспериментальных данных; освоение методов физико-химического исследования процессов метаморфизма и метасоматоза с

целью определения условий формирования метаморфических пород и становления континентальной коры.

Б1.В.ОД.6 – Геохимические методы поисков полезных ископаемых

Общие принципы геохимических методов поисков. Закон В. И.Вернадского о всеобщем рассеянии. Кларки элементов в геосферах, кларки концентрации. Схема геолого-геохимического цикла. Взаимосвязанность процессов концентрации и рассеяния элементов, внутренние и внешние факторы миграции. Многообразие форм и видов нахождения химических элементов в природе. Преобладание рассеянного состояния вещества над концентрированным.

Роль и место геохимических методов на этапах и стадиях геологоразведочного процесса. Техника геохимических методов поисков полезных ископаемых.

Б1.В.ОД.7 – Изотопная геохимия

Стабильные нерадиоогенные и радиоогенные изотопы. Особенности поведения изотопов в геологических процессах. Реакции и константы изотопного обмена. Факторы, влияющие на изотопный обмен. Применение изотопов как индикаторов источников вещества и условий формирования пород и руд.

Методы изотопной геохронологии, принципы и области применения.

2.2. Темы, вынесенные на самостоятельное изучение

Предмет геохимии и ее место в системе геологических наук. Основные вехи в истории развития геохимии. Основные направления развития современной геохимии

Роль математических методов обработки геохимических данных. Экспериментальное и теоретическое моделирование в геохимии.

Концепции происхождения химических элементов. Устойчивость и распространенность химических элементов как функция строения их атомных ядер.

Геохимия как раздел космохимии. Состав вещества Вселенной, галактики, Солнечной системы, внешней оболочки Солнца. Типы и состав метеоритов. Космическая распространенность химических элементов.

Современные данные о строении Земли, выделяемые оболочки, их предполагаемый элементный и минеральный состав. Определение понятия "кларк". Средние содержания элементов в различных типах пород и оценка распространенности элементов в земной коре.

Геохимическая эволюция Земли. Теории Гольдшмидта, Рингвуда, Виноградова. Геохимические эпохи. Понятие "геохимический цикл", частные и общие геохимические циклы элементов. Основные закономерности геохимической истории земной коры. Внутренние и внешние источники энергии геохимических процессов.

Минералы как продукты природных химических реакций. Рассеяние элементов в природе. Явление изоморфизма и его геохимическое значение. Состояние химических элементов в подвижных фазах (расплавах, водных растворах, газах).

Внутренние и внешние факторы миграции химических элементов, их проявление в геологических системах. Подвижность и инертность химических компонентов. Эмпирические ряды подвижности. Механическая, физико-химическая, биогенная и техногенная миграция химических элементов.

Основные формы нахождения и переноса химических элементов в различных оболочках Земли. Роль воды и других летучих компонентов в миграции рудных элементов.

Понятие "геохимический барьер". Условия возникновения и типы геохимических барьеров. Роль геохимических барьеров в формировании рудных месторождений.

Геохимия отдельных элементов (для I-VIII групп Периодической системы).

Химические и кристаллохимические свойства элементов. Распространенность и формы нахождения в минералах, горных породах и рудах, ведущие геохимические ассоциации

и условия концентрации. Условия миграции и накопления в гидросфере, атмосфере, живом веществе.

3. Организация текущего и промежуточного контроля знаний

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин и прохождения практик, промежуточная аттестация обучающихся – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, прохождения практик, выполнения научных исследований. Формы, система оценивания, порядок проведения промежуточной аттестации обучающихся, включая порядок установления сроков прохождения соответствующих испытаний обучающимся, не прошедшим промежуточной аттестации по уважительным причинам или имеющим академическую задолженность, а также периодичность проведения промежуточной аттестации обучающихся устанавливаются локальными нормативными актами ГИН СО РАН.

Контрольные работы – не предусмотрены.

Список вопросов для промежуточного тестирования – не предусмотрено.

Тематика рефератов – не предусмотрены.

Активные методы обучения (деловые игры, научные проекты) – не предусмотрены.

Самостоятельная работа:

- а) изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку;
- б) выявление информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet по следующим направлениям:
 - библиография;
 - выбор публикаций по тематическим блокам (в том числе электронные);
 - научно-исследовательская литература;
- в) конспектирование и реферирование фондовой и опубликованной научно-исследовательской и научно-методической литературы по тематическим блокам.

Список литературы и источников для обязательного прочтения:

Арискин А.А., Бармина Г.С. Моделирование фазовых равновесий при кристаллизации базальтовых магм (Ред. И.Д. Рябчиков). – М.: Наука, 2000. – 363 с.

Жариков В.А. Основы физической геохимии. – М.: изд-во МГУ, 2005.

Чудненко К.В. Термодинамическое моделирование в геохимии: теория, алгоритмы, программное обеспечение, приложения. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2010. – 287 с.

Базы данных и ресурсы, доступ к которым обеспечен из внутренней сети ГИН СО РАН: Сайт Всероссийской Геологической Библиотеки (ВГБ) с доступом к электронному каталогу и базам данных – <http://geoinfo.vsegei.ru:86/>,

Science – <http://www.sciencemag.org/>,

Nature – <http://www.nature.com/nature/index.html>,

Taylor&Francis (компания Metapress) – <http://www.tandfonline.com/>

Сайт Центральной научной библиотеки Бурятского научного центра СО РАН с доступом к электронному каталогу и базам данных - <http://library.bsnet.ru>,

www.elibrary.ru/

www.sciencedirect.com

www.elsevier.ru

www.scopus.com

www.springerlink.com

www.ebsco.com

www.multitran.ru

Многие книги выложены в формате DjVu. Для их просмотра необходимо установить программу, которую можно бесплатно скачать по адресам:

<http://windjview.sourceforge.net/ru>

и <http://djvu.sourceforge.net>

<http://www.rsl.ru> – Российская государственная библиотека

<http://www.nlr.ru> – Российская национальная библиотека

<http://www.gpntb.ru> – ГПНТБ России

<http://www.spsl.nsc.ru> – ГПНТБ СО РАН

4. Итоговый контроль

Итоговый контроль проводится в виде экзамена кандидатского минимума, входящего в состав государственной итоговой аттестации (ГИА). Государственная итоговая аттестация аспиранта является обязательной и осуществляется после освоения образовательной программы в полном объеме. Она включает подготовку к сдаче и сдачу экзамена, а также представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), оформленной в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Министерством образования и науки Российской Федерации.

Итоговые испытания предназначены для оценки сформированности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускника аспирантуры, определяющих его подготовленность к решению профессиональных задач, установленных федеральным государственным образовательным стандартом.

При сдаче кандидатского экзамена аспирант должен показать способность самостоятельно осмысливать и решать актуальные задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные компетенции.

5. Материальное обеспечение дисциплины

Программы пакета Microsoft Office; CorelDRAW, Surfer, ArcGIS.

Учебный кабинет (№№ 104, 319, конференц-зал главный корпус ГИН СО РАН), в котором проводятся лекции. Локальная компьютерная сеть (ЛКС), которая представляет собой единую корпоративную сеть с целью обмена цифровой информацией внутри ГИН СО РАН; доступ в Интернет. Лабораторно-аналитическая служба института, позволяющая вести комплексные исследования состава горных пород, руд, минералов, донных отложений, почв, растений, питьевых, природных и сточных вод на элементном и изотопном уровнях.

Созданы два подразделения:

1. Лаборатория химико-спектральных методов анализа (ХСМА): является производственной единицей ГИН СО РАН, осуществляет свою деятельность в соответствии с приказами, организационно-методической, нормативно-технической и технологической документацией Госстандарта России, отраслевыми стандартами и М.У., не противоречащими документам Госстандарта России.

Лаборатория выполняет следующие определения:

- полный химический анализ состава пород и минералов (SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , $\text{S}_{\text{общ.}}$, CO_2 , F , P_2O_5 , п.п.п.);
- атомно-абсорбционное определение микропримесей (Co , Ni , Cr , V , Cu , Zn , Pb , Cd , Be), пламенно-фотометрическое (Li , Rb , Cs , Sr и, после отделения мешающих элементов, Ba);
- благородные: Au , Pt , Pd от кларковых до рудных содержаний с концентрированием определяемых элементов из растворов и последующим определением из зольного концентрата атомно-эмиссионным методом;
- редкоземельные элементы $+Y$, Sc прямым атомно-эмиссионным спектральным методом в рудах, редкоземельных минералах и в концентратах РЗЭ, выделенных химическим путем из горных пород;
- элементы группы Fe (Co , Ni , V , Cr , Cu) атомно-эмиссионным методом в горных породах с низким содержанием этих элементов.

В лаборатории представлены следующие методы анализа:

- атомно-абсорбционный метод с пламенной атомизацией (AAS-1N, Сатурн-1, Сатурн-3-П1);
- атомно-эмиссионный спектральный анализ (2 дифракционных спектрографа ДФС-13 с решеткой 1200 шт./мм, атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой OPTIMA 2000 DV);
- фотометрия растворов (спектрофотометр СФ-46);
- потенциметрический (иономер Анион-4100);
- титриметрический;
- гравиметрический.

2. Лаборатория физических методов анализа (ФМА). В лаборатории представлены современные методы исследования вещества.

- Масс-спектрометрические изотопные методы:

1) масс-спектрометр МИ-1201 Т. Используется для измерений изотопных отношений Rb и Sr, определения абсолютного возраста горных пород методом изотопной Rb-Sr геохронологии; 2) газовый масс-спектрометр Finnigan MAT 253 с газовым анализатором Gas Bench с автосамплером, преобразователем потока ConFlo, элементными анализаторами для жидкостей и твердых образцов (TC/EA и Flash EA), газовым хроматографом (GC/C III) с микропечью сжигания - используется для измерений изотопных отношений H/D, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ (из SO_2 и SF_6), а также Ar, Kr и Xe. Масс-спектрометр оснащен установкой лазерной абляции (MIR 10-30 CO₂ лазер) с экстракцией кислорода для анализа $\text{O}^{18}/\text{O}^{16}$ отношений в твердых образцах (породах, минералах); 3) масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) Finnigan Element XR высокого разрешения для микрокомпонентного и изотопного анализа, оснащенный системой лазерной абляции UP-213 – позволяет определять практически все элементы периодической системы с пределом обнаружения на уровне ppq. Система лазерной абляции позволяет проводить прямое (без перевода в раствор) экспресс-определение большого набора элементов (Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Cs, Ba, Hf, Ta, Th, U и PЗЭ) в минералах; определение абсолютного возраста горных пород методом изотопной U-Pb геохронологии.

- Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ:

Кристалл-дифракционный спектрометр VRA-30 (модификация с поляризационным спектрометр ЭДПРС-1. Позволяет определять широкий спектр рудных и литофильных элементов (Zn, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Pb, Ba, As, Mo, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Cs, La, Ce и др.) в рудах и породах с пределом обнаружения pp - 0.1 г/т

- Растровая электронная микроскопия и рентгеноспектральный электронно-зондовый микроанализ:

1) Растровый электронный микроскоп LEO-1430VP (Carl Zeiss, Германия) с системой энергодисперсионного микроанализа INCA Energy 350 (Oxford Instruments, Великобритания). Сканирующий электронный микроскоп позволяет получать высококачественные растровые изображения в обратно рассеянных и вторичных электронах для изучения объектов в топографическом, композиционном и смешанном контрастах. Спектрометр INCA Energy 350 позволяет регистрировать рентгеновские спектры элементов от В до U, имеет удобное и эффективное программное обеспечение для проведения качественного и количественного микроанализа вещества. Прибор может использоваться для проведения исследований в геологии и металлургии. Кроме того, специальный VP-режим вакуумной системы микроскопа позволяет изучать объекты без нанесения на них токопроводящего покрытия. Это дает возможность исследования биологических и полимерных материалов. 2) Электронно-зондовый микроанализатор MAP-3 - позволяет проводить количественный локальный анализ твердых материалов на элементы от F (Z=9) до U (Z=92).

ГИН СО РАН располагает дробильным цехом, оборудованным вытяжной вентиляцией, водопроводом с холодной и горячей водой, сточными коммуникациями. Дробильное оборудование включает щековые дробилки, дисковые и вибрационные истребители, гравитационный, магнитный, флотационный сепараторы, и шлифовальной мастерской,

оснащена распиловочными станками с алмазными дисками, шлифовальным и полировальным оборудованием.

Для проведения полевых работ имеется автотранспорт: УАЗ-390902.

6. Литература

Основная

1. Борголов И.Б. Экологическая геология. Учебное пособие. Высшая школа, 2008. – 327 с.
2. Браунлоу А.Х. Геохимия. – М.: Недра, 1984. – 460 с.
3. Гавриленко В.В., Сахоненок В.В. Основы геохимии редких литофильных металлов. – Л.: ЛГУ, 1986. – 172 с.
4. Жариков В.А. Основы физико-химической петрологии. – М.: Изд. Моск-го. ун-та, 1976. – 417 с.
5. Крайнов С. Р., Рыженко Б.Н., Швец В. М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. – М.: Наука, 2004. – 677 с.
6. Мейсон Б. Основы геохимии. – М.: Недра, 1971. – 307 с.
7. Миронов А.Г. Общая геохимия. Курс лекций. – Улан-Удэ, 2000. – 240 с.
8. Мияке Я. Основы геохимии. – М.: Недра, 1969. – 322 с.
9. Сауков А.А. Геохимия. 4-е изд. – М.: Наука, 1975. – 477 с.
10. Скляр Е.В., Гладкочуб Д.П., Донская Т.В. и др. Интерпретация геохимических данных: Учебное пособие. – М.: Интернет Инжиниринг, 2001. – 288 с.
11. Файф У. Введение в геохимию твердого тела. – М.: Мир, 1967. – 230 с.
12. Хендерсон П. Неорганическая геохимия. – М.: Мир, 1985. – 338 с.

Дополнительная литература

1. Беус А.А. Геохимия литосферы. 2-е изд. – М.: Недра, 1981. – 334 с.
2. Вернадский В.И. Биосфера. 5-е изд. В книге: Библиотека трудов академика В.И. Вернадского. Живое вещество и биосфера. – М.: Наука, 1994, с. 315 – 401.
3. Вернадский В.И. Очерки геохимии. 8-е изд. В книге: Библиотека трудов академика В.И. Вернадского. Труды по геохимии. – М.: Наука, 1994, с. 159 – 468.
4. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. 2-е изд. – М.: Наука, 1987. – 334 с.
5. Виноградов А.П. Атмосферы планет солнечной системы. В книге: А.П. Виноградов. Избранные труды. Проблемы геохимии и космохимии. – М.: Наука, 1988, с. 172 – 181.
6. Виноградов А.П. Атомные распространенности химических элементов Солнца и каменных метеоритов. В книге: А.П. Виноградов. Избранные труды. Проблемы геохимии и космохимии. – М.: Наука, 1988, с. 91 – 97.
7. Виноградов А.П. Биогеохимические провинции и их роль в органической эволюции. В книге: А.П. Виноградов. Избранные труды. Геохимия изотопов и проблемы биогеохимии. – М.: Наука, 1993, с. 166 – 179.
8. Виноградов А.П. Биогеохимические провинции. В книге: А.П. Виноградов. Избранные труды. Геохимия изотопов и проблемы биогеохимии. – М.: Наука, 1993, с. 145 – 166.
9. Виноградов А.П. Закономерности распределения химических элементов в земной коре. В книге: А.П. Виноградов. Избранные труды. Проблемы геохимии и космохимии. – М.: Наука, 1988, с. 20 – 90.
10. Виноградов А.П. Химическая эволюция Земли. В книге: А.П. Виноградов. Избранные труды. Проблемы геохимии и космохимии. – М.: Наука, 1988, с. 118 – 143.
11. Войткевич Г.В., Кокин А.В., Мирошников А.Е., Прохоров В.Г. Справочник по геохимии. – М.: Недра, 1990. – 477 с.
12. Гаррелс Р., Маккензи Ф. Эволюция осадочных пород. – М.: Мир, 1974. – 271 с.
13. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. Справочник. В 6-ти книгах. – М.: Недра, 1994-1997.

14. Коржинский Д.С. Теория метасоматической зональности. – М.: Наука, 1969. – 110 с.
15. Крайнов С.Р., Швец В.М. Гидрогеохимия. – М.: Недра, 1992. – 458 с.
16. Метасоматизм и метасоматические породы. Ред. В.А. Жариков, В.Л. Русинов. – М.: Научный мир, 1998. – 489 с.
17. Ронов А.Б. Стратисфера или осадочная оболочка Земли (количественное исследование). – М.: Наука, 1993. – 143 с.
18. Ронов А.Б., Ярошевский А.А., Мигдисов А.А. Химическое строение земной коры и геохимический баланс главных элементов. – М.: Наука, 1990. – 180 с.
19. Рябчиков И.Д. Геохимическая эволюция мантии Земли. – М.: Наука, 1988. – 36 с.
20. Рябчиков И.Д. Термодинамический анализ поведения малых элементов при кристаллизации силикатных расплавов. – М.: Наука, 1965. – 119 с.
21. Страхов Н.М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. – М.: Госгеолтехиздат, 1963. – 530 с.
22. Ферсман А.Е. Геохимия. Т. I-IV. В книге: А.Е. Ферсман. Избранные труды, т. III. – М.: Изд-во АН СССР, 1956, с. 9 – 791; т. IV. – М.: Изд-во АН СССР, 1957, с. 3 – 581; т. V. – М.: Изд-во АН СССР, 1959, с. 3 – 414.
23. Ферсман А.Е. Пегматиты. Т. I. Гранитные пегматиты. В книге: А.Е. Ферсман. Избранные труды, т. VI. – М.: Изд-во АН СССР, 1960, с. 5 – 739.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ЗА _____ / _____ УЧЕБНЫЙ ГОД

В рабочую программу Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых (25.00.09) вносятся следующие дополнения и изменения: